

**TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE TIPO DOMÉSTICO A
PARTIR DE COLEÓPTEROS SCARABAEIDAE**

JOHNNY TORRES MEDINA

YOBANY BRICEÑO PINZÓN

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA- UNAD
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DE MEDIO
AMBIENTE**

PROGRAMA INGENIERIA AMBIENTAL

GARAGOA (BOYACÁ) - 2016

**TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE TIPO DOMÉSTICO A
PARTIR DE COLEÓPTEROS SCARABAEIDAE**

JOHNNY TORRES MEDINA

YOBANY BRICEÑO PINZÓN

Trabajo de grado para optar al Título de Ingeniero Ambiental

**Directora
Ing. Esp. MARIA CAMILA HERNANDEZ**

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA- UNAD
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DE MEDIO
AMBIENTE**

PROGRAMA INGENIERIA AMBIENTAL

GARAGOA (BOYACÁ) - 2016

Nota de Aceptación

_____ Jurado

_____ Jurado

_____ Jurado

Garagoa (Boyacá), Febrero de 2016

Agradecimientos

A la UNAD, al excelente cuerpo de tutores, quienes nos brindaron sus conocimientos que contribuyen a hacer de nosotros profesionales exitosos.

A nuestras familias que nos apoyaron moral y económicamente durante el proceso y que tuvieron que privarse parcialmente de nuestra compañía por ofrecernos espacios y tiempo para la elaboración de este proyecto.

A las personas del Sector rural del municipio de Ventaquemada que colaboraron con nuestra investigación.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. Introducción.....	1
2. Justificación.....	3
3. Definición del Problema	5
3.1 Planteamiento del Problema	6
3.2 Formulación del Problema.....	7
4. Objetivos.....	8
4.1 Objetivo General.....	8
5. Marco Teórico	9
5.1 Antecedentes.....	9
5.1.1 Localización del Área de estudio	9
5.1.2 Ubicación Geográfica de la Vereda Montoya	10
5.1.3 Ubicación Pozo Séptico Vereda Montoya.....	11
5.1.4 Información General Ventaquemada.....	12
5.2 Aguas Residuales.....	13
5.2.1 Sistemas de Tratamiento de Aguas.....	14
Según el Medio de Eliminación de los Contaminantes se clasifican en:	15
5.2.2 Niveles de Tratamiento.....	17
5.2.3 Líneas de tratamiento en las EDAR (estación depuradora de agua).	18
5.2.4 Otros sistemas de depuración.	19
5.3 Sistema actual ubicado en el área de estudio	20
5.3.1 Tanques o pozos sépticos.	20
5.4 Parámetros Generales para determinar la contaminación.....	20
5.4.1 Materia Orgánica Contaminante.....	23
5.4.2. Demanda Bioquímica de Oxígeno (D.B.O.)	23
5.4.3 Características bacteriológicas.	25
5.5 Composición de las Aguas Residuales Domesticas.....	25
5.6 Índices Biológicos.....	26

5.7	Tratamiento Biológico de Aguas Residuales Domesticas con el empleo de Escarabajos Estercoleros (Coleóptera: Scarabaeidae).....	27
5.8	Posibles especies a utilizar en el Estudio.....	28
5.8.1	Tribu Ateuchini, género Ateuchus Weber.....	28
5.8.2	Género Uroxys Westwood.	28
5.8.3	Tribu Eurysternini, género Eurysternus Dalman.....	29
5.8.4	Género Phanaeus Macleay.	29
5.8.5	Onthophagus ruficapillus Brulle, 1832.....	30
6.	Aspectos Metodológicos	31
6.1	Tipo de investigación.....	31
6.2	Cronograma de Actividades.....	31
6.3	Presupuestos.....	32
6.4	Plan de Trabajo	35
6.4.1	Recolección y análisis de información primaria y secundaria. ¡Error! Marcador no definido.	
6.4.2	Trabajo de campo.	35
6.4.3	Muestreos y Análisis de laboratorios.	36
7.	Análisis de los Resultados	39
7.1	Comparativos de Especies de Coleópteros	39
7.2.	Rasgos de los Escarabajos.....	40
7.3	Muestreos.....	41
7.3.1	Ubicación del Punto de muestreo (Pozo Séptico).	41
7.3.2	Resultados análisis fisicoquímicos y microbiológicos de los puntos monitoreados.....	42
7.3.3	Comparación Parámetros medidos en tiempo según los análisis fisicoquímicos del agua residual doméstica.....	44
7.3.4	Comparación Parámetros medidos en tiempo según los análisis microbiologicos del agua residual doméstica.	52
8.	Conclusiones.....	55
9.	Recomendaciones	58
	Bibliografía.....	60

ANEXOS.....	62
-------------	----

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Datos de la Población.....	10
Tabla 2. Características Aguas Residuales Domesticas.	25
Tabla 3. Cronograma de Actividades	31
Tabla 4. Descripción del equipo humano y su dedicación	32
Tabla 5. Valores de Salidas de Campo.....	32
Tabla 6. Descripción y justificación de los viajes	33
Tabla 7. Valoraciones salidas de campo	33
Tabla 8. Materiales y suministros.....	33
Tabla 9. Bibliografía.....	34
Tabla 10. Servicios Técnicos.....	34
Tabla 11. Socialización de Resultados	34
Tabla 12. Parámetros Físico-Químicos y microbiológicos tomados del muestreo analizado.	36
Tabla 13. Onthophagus (Paleonthophagus) ruficapillus Brullé	39
Tabla 14. 7.2.1 Ubicación del Punto de Muestreo.....	41
Tabla 15. Análisis fisicoquímico y microbiológico del efluente sin tratamiento biológico, muestra 0.....	43

Tabla 16. Análisis fisicoquímico y microbiológico del efluente sin tratamiento biológico, muestra 1.....	43
Tabla 17. Análisis fisicoquímico y microbiológico del efluente sin tratamiento biológico, muestra 2.....	43
Tabla 18. Análisis fisicoquímico y microbiológico del efluente sin tratamiento biológico, muestra 3.....	44
Tabla 19. Comparación de Parámetros medidos en tiempo según los análisis físico-químicos del agua residual doméstica.....	44
Tabla 20. La relación entre (DQO/DBO5) para los análisis por separado	49
Tabla 21 Relación entre (Coliformes Totales y Coliformes Fecales)	52

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación geográfica del municipio de Ventaquemada	11
Figura 2. Ubicación geográfica de la Vereda Montoya.....	11
Figura 3. Análisis Fisicoquímico Agua Residual Domestica Muestras DBO5 Y DQO.	45
Figura 4 Análisis Fisicoquímico agua residual domestica muestras SST Y ST	51
Figura 5. Análisis Microbiológico Agua Residual Domestica muestras Coliformes Fecales y Totales Fuente..	53

LISTA DE FOTOGRAFIAS

	Pág.
Fotografía 1. Coordenadas del punto seleccionado para la toma de muestras de agua.	41
Fotografía 2. Muestra inicial sin Escarabajos Estercoleros “Coleóptera: Scarabaeidae”, muestra 0.	42
Fotografía 3. Muestras de Agua Residual Domestica	45

Resumen

El objetivo del presente estudio, es comparar tres muestras de agua residual de tipo doméstico, cada una con 150 Escarabajos de la familia “Coleóptera Scarabaeidae”, teniendo en cuenta los valores de carga contaminante analizados en un laboratorio certificado. Para el análisis se tomaron tres muestras cada una contiene un litro de agua residual domestica proveniente de un pozo séptico ubicado en la Vereda Montoya, zona rural del municipio de Ventaquemada, los recipientes utilizados para la adición de las muestras son de material plástico con capacidad de hasta cinco (5) litros, los recipientes son perforados con el fin de airear las muestras, en cada recipiente se introducen 150 Escarabajos Estercoleros los cuales permanecerán en la primer muestra 10 días, en la segunda muestra 20 días y en la tercer muestra 30 días. Se toma una muestra de laboratorio antes de introducir los escarabajos (Efluente) en el día 0, posteriormente se toman muestras de laboratorio a los 10 días, 20 días y a los 30 días (Afluente), esto con el fin de medir la eficiencia de los mismos. Con el desarrollo del presente estudio se busca evaluar la remoción de cargas contaminantes de las aguas residuales domesticas a partir de la inclusión de una nueva alternativa de tratamiento de las aguas residuales de tipo domestico con el empleo de escarabajos estercoleros de la familia “Coleóptera Scarabaeidae”, los cuales descomponen y asimilan la materia orgánica presentes en el efluente que contribuyen al proceso de tratamiento fragmentado el detritus al consumir materia orgánica.

Palabras Clave: Escarabajos, agua residual doméstica, cargas contaminantes, efluentes, pozo séptico.

1. Introducción

Según la Resolución 631 de 2015 *“Por el cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficial y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones”*.

Las aguas residuales domesticas son las procedentes de los hogares, así como de las instalaciones en las cuales se desarrollan actividades industriales, comerciales o de servicios y que corresponden a descargas de los retretes y servicios sanitarios, descargas de los sistemas de aseo personal (duchas y lavamanos), de las áreas de cocina y cocineta, de las pocetas de lavado de elementos de aseo y lavado de paredes y pisos y lavado de ropa. La descarga de aguas residuales no tratadas produce impactos ambientales negativos en los cursos de agua receptores, en función de la concentración de contaminantes que dichas aguas contengan.

La Constitución Política en los artículos 79 y 80 señala que es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, de conservar las áreas de especial importancia ecológica, fomentar la educación para el logro de estos fines, planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.

Enmarcado dentro de este mandato de ley las entidades siempre buscan garantizar una calidad ambiental óptima, por lo que el saneamiento básico es uno de los objetivos del gobierno para este fin.

Actualmente, los ingenieros ambientales disponen de un arsenal completo de opciones tecnológicas para atacar el problema de las aguas residuales domésticas, entre las diferentes tecnologías pueden involucrar tratamientos físicos, químicos o biológicos del efluente, donde algunos pueden llegar a ser de alto costo, por tal motivo este proyecto pretende presentar una alternativa de tratamiento para aguas residuales domesticas mediante el uso de coleópteros Scarabaeidae la cual es una alternativa que ayudar a reducir la contaminación de los cuerpos de agua, lo que significa depurar las aguas residuales domesticas que serán tratadas por un sistema de manera relativamente económica pero no menos eficiente que los sistemas convencionales, sin consumir las grandes cantidades de energía de los sistemas aeróbicos modernos y por ende colaborando con la preservación del medio ambiente.

Con el fin de optimizar la remoción de contaminantes presentes en las aguas residuales domésticas; el presente estudio tiene como objetivo principal crear una nueva alternativa como tratamiento de aguas residuales domésticas de las aguas residuales domesticas a partir del empleo de macroinvertebrados de la clase Insecta; Escarabajos Estercoleros “Coleóptera: Scarabaeidae”, que reduzcan la carga contaminante mediante la descomposición de las sustancias orgánicas presentes en el efluente de los pozos sépticos.

2. Justificación

La investigación y el desarrollo de nuevos tratamientos para reducir las cargas contaminantes de las aguas residuales domesticas resulta importante para nuestro país, dada la necesidad de conservar el medio ambiente, el cual se constituye en un patrimonio común y por la conveniencia de detener la creciente degradación ambiental de las zonas rurales, originada por la contaminación de los cursos superficiales de agua, a raíz de la disposición inadecuada de las aguas negras y las aguas residuales (Metacalf & Hedí, 2005)

Por tal motivo, se hace indispensable y necesaria la participación institucional en procura de generar estudios importantes en temas de relevancia social y ambiental, para brindar opciones a las comunidades rurales que requieren todo el apoyo y colaboración para mejorar su calidad de vida, con esta visión se plantea el presente proyecto que busca instaurar un sistema de tratamiento que disminuyan la carga contaminante de las aguas residuales domesticas a través del empleo de macroinvertebrados de la clase Insecta; Escarabajos Estercoleros (Coleóptera: Scarabaeidae), la cual presta un sinnúmero de beneficios reduciendo la generación de olores, y disminuyendo la carga contaminante, además de no generar impactos nocivos para el medio ambiente puesto que son macroinvertebrados que se encuentran presentes en nuestro medio.

Es importante aclarar que los estudiantes de pregrado en calidad de representantes de la comunidad educativa de la UNAD, están conscientes del compromiso profesional en

cuanto al aporte a las diferentes comunidades, en lo relacionado con la implementación de sistemas pertinentes y adecuados, utilizando los recursos con los que se cuenta en el entorno natural; en su hábitad o ecosistema, que generen una convivencia armónica y adecuada con la comunidad, y primordialmente con el medio ambiente, siempre en procura de mejorar la calidad de vida de los habitantes.

Esta investigación se realiza con el fin de analizar el potencial de los escarabajos para la disminución de carga orgánica de aguas residuales domésticas que se generan en las zonas rurales del municipio de Ventaquemada, así mismo para determinar los valores de Oxígeno disuelto, coliformes totales y fecales, Sólidos Suspendidos, Sólidos Disueltos, Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), presentes en el agua residual doméstica resultante del tratamiento. Razón por la cual el presente estudio está encaminado a demostrar la eficacia de un tratamiento para las aguas residuales domésticas que no cause efectos nocivos para la salud y el medio ambiente dirigido al mejoramiento de las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas de las aguas residuales domésticas provenientes de los pozos sépticos del área rural del municipio de Ventaquemada; mediante la utilización de macroinvertebrados que se encuentran en nuestro medio, los cuales logran mejorar las características de la aguas que genera el hombre en sus actividades diarias realizando la descomposición de las sustancias contaminantes presentes en los efluentes y al cual tienen acceso sobre todo los habitantes del sector rural (Martínez, 2003).

3. Definición del Problema

3.1 Planeamiento del Problema

Toda comunidad genera residuos tanto sólidos, como líquidos y gaseosos. La parte líquida de los mismos, es esencialmente el agua que deshecha la comunidad una vez ha sido contaminada por los diferentes usos para los cuales ha sido empleada, por lo que se denomina aguas residuales.

Actualmente, la humanidad en todos los niveles viene mostrando creciente preocupación por la conservación del entorno. Desafortunadamente, las aguas residuales (al igual que los residuos sólidos) son un producto inevitable de la actividad humana. En la antigüedad, diferentes civilizaciones hicieron uso de la capacidad de asimilación o autodepuración del agua, pero con descargas tan pequeñas que sus vertidos no presentaban mayor problema. No obstante, la densificación actual de las ciudades y el crecimiento poblacional e industrial, entre otros aspectos, ha ocasionado que esta capacidad limitada de autopurificación de los cuerpos hídricos haya sido excedida. Por esta razón, se hace necesario “asistir” a la naturaleza mediante la instalación de depuradoras y unidades de tratamiento de las aguas servidas (Metacalf & Hedí, 2005).

Se considera como contaminación hídrica, la presencia de formas de energía, elementos, compuestos (orgánicos o inorgánicos) que disueltos, dispersos o suspendidos alcanzan una concentración tal, que limita cualquiera de los otros usos del agua (consumo humano, uso agrícola, pecuario, industrial, recreativo, estético, conservación

de flora y fauna, etc.). Esta definición deja en evidencia que el uso del agua depende, de manera ineludible, a sus características físicas, químicas, microbiológicas y organolépticas que definen su calidad en función del uso establecido por una normativa (Arboleda Valencia, 2000)

La mayoría de los vertidos de aguas residuales que se hacen en el mundo no son tratados, simplemente se descargan en el río, mar o lago más cercano y se deja que los sistemas naturales, con mayor o menor eficacia y riesgo, degraden los desechos de forma natural. En los países desarrollados una proporción, cada vez mayor, de los vertidos es tratada antes de que lleguen a los ríos o mares en EDAR (estaciones depuradoras de aguas residuales). El objetivo de estos tratamientos es, en general, reducir la carga de contaminantes del vertido y convertirlo en inocuo para el medio ambiente. Para cumplir estos fines se usan distintos tipos de tratamiento dependiendo de los contaminantes que arrastre el agua y de otros factores más generales, como localización de la planta depuradora, clima, ecosistemas afectados, etc. (Echarri Prim, 2008)

Teniendo en cuenta lo anterior y en razón a buscar soluciones al problema de contaminación que se genera por el inadecuado manejo que se les da a los efluentes en las zonas rurales del municipio de Ventaquemada, este trabajo se emplea, como alternativa de tratamiento de las aguas residuales domésticas, mediante el empleo de macroinvertebrados de la clase Insecta; escarabajos estercoleros “Coleóptera: Scarabaeidae”, los cuales descomponen y asimilan las sustancias presentes en el efluente eliminando la formación de olores y facilitando el proceso natural de purificación del agua en las zonas rurales del municipio de Ventaquemada.

A partir de la situación expuesta anteriormente, surge el siguiente interrogante de investigación.

3.2 Formulación del Problema

Pregunta investigación: ¿El empleo de macroinvertebrados de la clase Insecta; escarabajos estercoleros “Coleóptera: Scarabaeidae” nos aporta características de remoción de carga contaminante en aguas residuales domesticas para tenerla en cuenta como una alternativa de tratamiento a partir de los efluentes generados en los pozos sépticos de la zona rural de municipio de Ventaquemada?

4. Objetivos

4.1 Objetivo General

Analizar el potencial de disminución de carga orgánica de las aguas servidas domésticas usando Coleópteros Scarabaeidae mediante recolección y manejo del mismo en un medio controlado y realizando análisis de laboratorio.

4.2 Objetivos Específicos

- Analizar el potencial de disminución de carga orgánica de aguas servidas domésticas de los coleópteros Scarabaeidae después de ejercida su labor de control biológico.
- Determinar los valores de sólidos suspendidos y disueltos en el agua residual resultante del tratamiento biológico con los coleópteros.
- Determinar los valores de la demanda química y biológica de oxígeno en las muestras de agua residual de tipo doméstico después de procesamiento de los residuos sólidos realizado por los coleópteros.

5. Marco Teórico

5.1 Antecedentes

5.1.1 Localización del Área de estudio

Ventaquemada es un municipio colombiano, ubicado en la Provincia Centro en el departamento de Boyacá. Está situado sobre la Troncal Central del Norte a unos 29 km de la ciudad de Tunja, capital del departamento.

El municipio limita al norte con Tunja y Samacá, al sur con Turmequé y Villa Pinzón, al oriente con Boyacá, Jenesano y Nuevo Colón y al occidente con Guachetá, Lenguaque y Villa pinzón:

- Extensión total: 159.329 Km²
- Extensión área urbana: 0.502 Km²
- Extensión área rural: 158.827 Km²
- Altitud de la cabecera municipal (metros sobre el nivel del mar): 2.630 msnm
- Temperatura media: la temperatura oscila entre los 8° C y 14° C.° C
- Distancia de referencia: 98 Km. de Bogotá D.C

El territorio de Ventaquemada por su localización geográfica forma parte del altiplano Cundiboyacense que se caracteriza porque las zonas altas de las montañas estructurales se comportan como áreas netamente productoras de agua. (Alcaldía de Ventaquemada).

5.1.2 Ubicación Geográfica de la Vereda Montoya

La Vereda Montoya se localiza en el Sector Norte del municipio de Ventaquemada limita al oriente con la Vereda Matanegra y San José del Gacal al oriente con la Vereda Estancia Grande, al Occidente con la Vereda Bojirque. El tiempo de llegada al área urbana es de 15 minutos en automóvil.

La concentración de la población se presenta a la calidad de las tierras, topografía, disponibilidad del recurso hídrico y malla vial, entre otros aspectos. (Alcaldia Ventaquemada Boyaca, 2001-2010)

Tabla 1. Datos de la Población

Vereda	Área km	No. De Habitantes	No. Hab./km" Densidad	Densidad
MONTOYA	30.311	1236	40.77	Baja

Fuente. E.O.T 2000 Municipio de Ventaquemada.

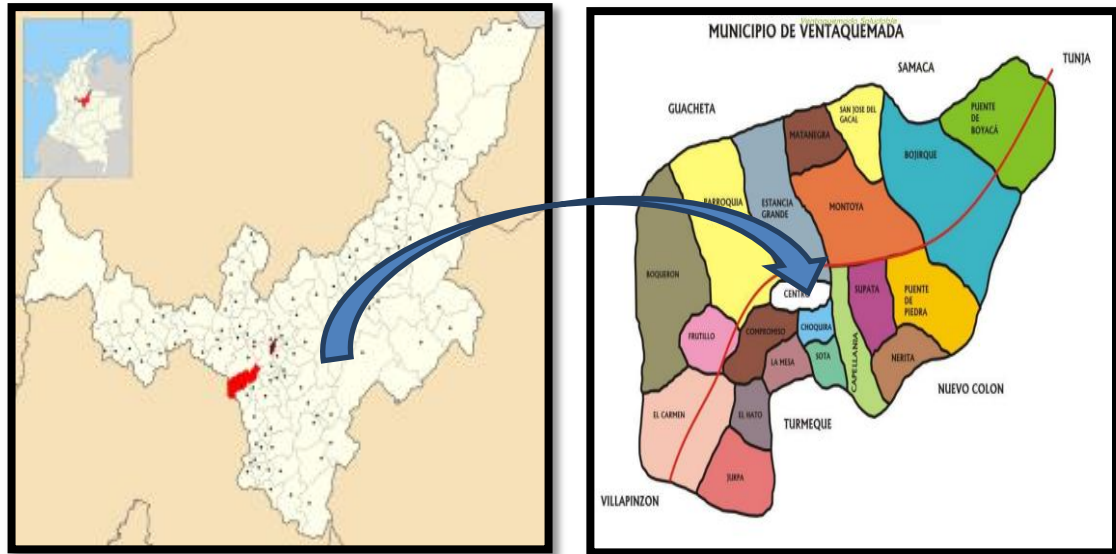


Figura 1. Ubicación geográfica del municipio de Ventaquemada. Fuente: Oficina de Planeación Municipal

5.1.3 Ubicación Pozo Séptico Vereda Montoya.

El pozo Séptico se encuentra ubicado en la Vereda Montoya, zona rural del municipio de Ventaquemada (Boyacá), en las Coordenadas (E: 1062422.18, N: 1086980.01) con una altitud de 2.630 msnm (metros sobre el nivel del mar).

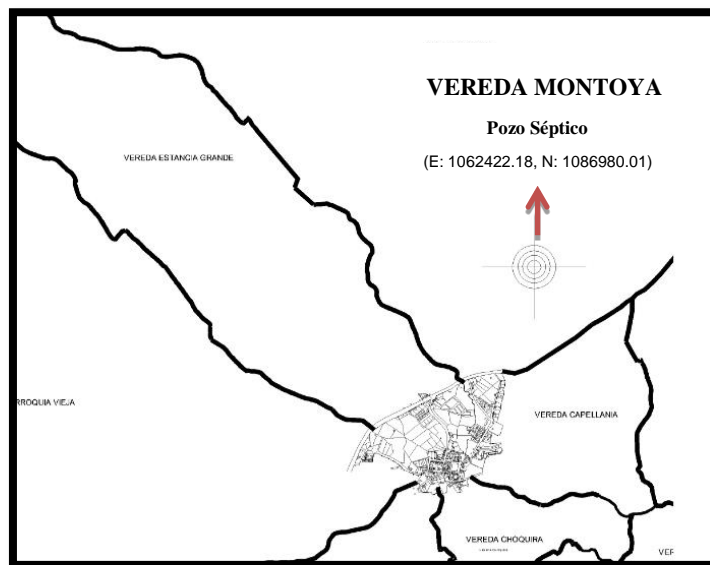


Figura 2. Ubicación geográfica de la Vereda Montoya. Fuente: Oficina de Planeación Municipal

5.1.4 Información General Ventaquemada.

1. Hidrografía.

El sector urbano se encuentra surcado por las Quebradas Chorrera y el Bosque, además del río Cachuchita que al confluir el río Ventaquemada, por lo cual se considera como parte de la microcuenca del Ventaquemada. Estas corrientes se encuentran encausadas o canalizadas en la mayoría de su recorrido por la zona urbana. Las prácticas de explotación agrícola y pecuaria han desmejorado el caudal en cantidad, debido al uso exagerado de plaguicidas y desechos orgánicos que contaminan el caudal, contaminando con desechos químicos y residuos vegetales a chichas aguas.

2. Topográfica

Ventaquemada presenta una topografía de relieve ondulado, quebrado (80%) y plano (20%). Esta característica se presenta puesto que la cordillera oriental atraviesa el municipio de sur a norte.

3. Amenazas

Las zonas de amenazas en el municipio de Ventaquemada se encuentran clasificadas como alta, media y baja. Así: el 71% del área del municipio tiene amenaza baja, el 22% con amenaza media dispuesta e área muy pequeña y caracterizada por presentar fenómenos de remoción de baja intensidad como erosión y unos pocos deslizamientos menores.

Amenazas media por erosión se presenta en áreas de cuchilla el Gacal, Degolladera y el santuario, estando sujetas a planes de manejo sostenibles obligatorios. También se

presenta en las veredas de Montoya y occidente de la vereda Estancia Grade, igualmente en la vereda Puente de Boyacá y Bojirque en zonas de fuerte pendiente.

En cuanto a amenazas altas por erosión se presenta en las veredas Montoya, Jurpa, Sota, Boquerón y nerita principalmente. Degradación del suelo por remoción en masa desprendimiento y desplome, se presenta con frecuencia en la vereda Montoya en su parte central en zonas de alta pendiente y con vegetación degradada y en aquellas zonas donde existe actividad minera (Alcaldía Ventaquemada Boyaca, 2001-2010).

5.2 Aguas Residuales

Son principalmente las aguas de abastecimiento de una población, después de haber sido contaminadas por diversos usos o procesos. Se denomina aguas residuales a aquellas que resultan del uso doméstico o industrial del agua. Se les llama también aguas servidas, aguas negras o aguas cloacales. Son residuales pues, habiendo sido usada el agua, constituyen un residuo, algo que no sirve para el usuario directo; son negras por el color que habitualmente tienen. Algunos autores hacen una diferencia entre aguas servidas y aguas residuales en el sentido que las primeras solo provendrían del uso doméstico y las segundas corresponderían a la mezcla de aguas domésticas e industriales.

Las aguas residuales urbanas son conducidas por sistemas de redes alcantarillado y de ser posible tratadas en una planta de tratamiento de aguas residuales para su depuración antes de su vertido, aunque no siempre es así en todos los países. Las aguas residuales generadas en áreas o viviendas sin acceso a un sistema de alcantarillado

centralizado se tratan en el mismo lugar, generalmente en fosas sépticas, y más raramente en campos de drenaje séptico, y a veces con biofiltros (Marsilli, 2015).

5.2.1 Sistemas de Tratamiento de Aguas.

Las diversas actividades agrícolas, ganaderas, industriales y recreacionales del ser humano han traído como consecuencia la contaminación de las aguas superficiales con sustancias químicas y microbiológicas, además del deterioro de sus características estéticas.

Para hacer frente a este problema, es necesario someter al agua a una serie de operaciones o procesos unitarios, a fin de purificarla o potabilizarla para que pueda ser consumida por los seres humanos.

Una operación unitaria es un proceso químico, físico o biológico mediante el cual las sustancias objetables que contiene el agua son removidas o transformadas en sustancias inocuas.

La mayor parte de los procesos originan cambios en la concentración o en el estado de una sustancia, la cual es desplazada o incorporada en la masa de agua. Este fenómeno recibe el nombre de transferencia de fase. Son ejemplos de ello la introducción de oxígeno al agua (transferencia de la fase gaseosa a la líquida) y la liberación de anhídrido carbónico contenido en el agua (transferencia de la fase líquida a la gaseosa) mediante el proceso de aireación

El objetivo de estos tratamientos es, en general, reducir la carga de contaminantes del vertido y convertirlo en inocuo para el medio ambiente. Para cumplir estos fines se usan

distintos tipos de tratamiento dependiendo de los contaminantes que arrastre el agua y de otros factores más generales, como localización de la planta depuradora, clima, ecosistemas afectados.

Según el Medio de Eliminación de los Contaminantes se clasifican en:

a. Físicos: Son aquellos en los cuales predomina la aplicación de fuerzas físicas, en la eliminación de los contaminantes.

- Desbaste (por rejillas, tamices)
- Desengrasado
- Sedimentación.
- Flotación. Natural o provocada con aire.
- Filtración. Con arena, carbón, cerámicas, etc.
- Evaporación.
- Adsorción. Con carbón activo, zeolitas, etc.
- Desorción (Stripping). Se transfiere el contaminante al aire (ej. amoníaco).
- Extracción. Con líquido disolvente que no se mezcla con el agua.

b. Químicos: Son aquellos en los cuales la eliminación de los contaminantes es dada por la adición de un producto químico o por otras reacciones químicas.

- Coagulación-floculación.- Agregación de pequeñas partículas usando coagulantes y floculantes (sales de hierro, aluminio, polielectrolitos, etc.)
- Precipitación química: Eliminación de metales pesados haciéndolos insolubles con la adición de lechada de cal, hidróxido sódico u otros que suben el pH.
- Oxidación – reducción: Con oxidantes como el peróxido de hidrógeno, ozono, cloro, permanganato potásico o reductor como el sulfito sódico.

- Reducción electrolítica: Provocando la deposición en el electrodo del contaminante. Se usa para recuperar elementos valiosos.
- Intercambio iónico: Con resinas que intercambian iones. Se usa para quitar dureza al agua.
- Osmosis inversa: Haciendo pasar al agua a través de membranas semipermeables que retienen los contaminantes disueltos.

c. **Biológicos:** Son los métodos de tratamiento en los cuales la eliminación de contaminantes es provocada por una actividad biológica. Consiste en una degradación de los compuestos orgánicos presentes en el efluente por microorganismos que se alimentan de la contaminación orgánica disuelta (lodos activados). Dispositivos de aireación permiten a las bacterias aerobias utilizadas incrementar su metabolismo y, en consecuencia, su acción.

- **Lodos activos.** Se añade agua con microorganismos a las aguas residuales en condiciones aerobias (burbujeo de aire o agitación de las aguas).
- **Filtros bacterianos.** Los microorganismos están fijos en un soporte sobre el que fluyen las aguas a depurar. Se introduce oxígeno suficiente para asegurar que el proceso es aerobio.
- **Biodiscos.** Intermedio entre los dos anteriores. Grandes discos dentro de una mezcla de agua residual con microorganismos facilitan la fijación y el trabajo de los microorganismos.
- **Lagunas aireadas.** Se realiza el proceso biológico en lagunas de grandes extensiones.
- **Sistemas de aplicación al suelo.**

- **Degradación anaerobia.** Procesos con microorganismos que no necesitan oxígeno para su metabolismo (Metacalf & Hedí, 2005)

5.2.2 Niveles de Tratamiento.

Las aguas residuales se pueden someter a diferentes niveles de tratamiento, dependiendo del grado de purificación que se quiera. Es tradicional hablar de tratamiento primario, secundario, etc., aunque muchas veces la separación entre ellos no es totalmente clara. Así se pueden distinguir:

- a) **Pretratamiento.** Es un proceso en el que usando rejillas y cribas se separan restos voluminosos como palos, telas, plásticos, etc.
- b) **Tratamiento primario.** Hace sedimentar los materiales suspendidos usando tratamientos físicos o fisicoquímicos. En algunos casos dejando, simplemente, las aguas residuales un tiempo en grandes tanques o, en el caso de los tratamientos primarios mejorados, añadiendo al agua contenida en estos grandes tanques, sustancias químicas que hacen más rápida y eficaz la sedimentación. También se incluyen en estos tratamientos la neutralización del pH y la eliminación de contaminantes volátiles como el amoníaco (desorción). Las operaciones que incluye son el desaceitado y desengrase, la sedimentación primaria, la filtración, neutralización y la desorción (stripping).
- c) **Tratamiento secundario.** Elimina las partículas coloidales y similares. Puede incluir procesos biológicos y químicos. El proceso secundario más habitual es un proceso biológico en el que se facilita que bacterias aerobias digieran la materia orgánica que llevan las aguas. Este proceso se suele hacer llevando el efluente

que sale del tratamiento primario a tanques en los que se mezcla con agua cargada de lodos activos (microorganismos). Estos tanques tienen sistemas de burbujeo o agitación que garantizan condiciones aerobias para el crecimiento de los microorganismos. Posteriormente se conduce este líquido a tanques cilíndricos, con sección en forma de tronco de cono, en los que se realiza la decantación de los lodos. Separados los lodos, el agua que sale contiene muchas menos impurezas.

- d) **Tratamientos más avanzados.** Consisten en procesos físicos y químicos especiales con los que se consigue limpiar las aguas de contaminantes concretos: fósforo, nitrógeno, minerales, metales pesados, virus, compuestos orgánicos, etc. Es un tipo de tratamiento más caro que los anteriores y se usa en casos más especiales: para purificar desechos de algunas industrias, especialmente en los países más desarrollados, o en las zonas con escasez de agua que necesitan purificarla para volverla a usar como potable, en las zonas declaradas sensibles (con peligro de eutrofización) en las que los vertidos deben ser bajos en nitrógeno y fósforo, etc.

5.2.3 Líneas de tratamiento en las EDAR (estación depuradora de agua).

En el funcionamiento de una EDAR se suelen distinguir dos grandes líneas:

- a) **Línea de agua.** Conjunto de procesos (primarios, secundarios, etc.) que depuran el agua propiamente dicha. Comenzaría con el agua que entra a la depuradora y terminaría en el agua vertida al río o al mar.
- b) **Línea de fangos.** Conjunto de procesos a los que se somete a los fangos (lodos) que se han producido en la línea de agua mencionada anteriormente. Los lodos

son degradados en un digestor anaeróbico (o en otra forma similar), para luego ser incinerados, usados como abono, o depositados en un vertedero.

En una planta depuradora también se generan, además de los lodos, otros residuos (arenas, grasas, objetos diversos separados en el pretratamiento y en el tratamiento primario) que deben ser eliminados adecuadamente. Se suelen llevar a vertederos o similares.

5.2.4 Otros sistemas de depuración.

Para lograr una depuración suficiente de las aguas residuales de pequeñas comunidades no es necesario acudir a la instalación de EDAR capaces de realizar complejos tratamientos. Otros métodos pueden ser suficientemente eficaces y mucho más rentables. Así:

1. **Fosa séptica.** Cámara cerrada en la que los contaminantes sedimentan y fermentan.
2. **Lecho bacteriano (depósito lleno de árido), zanjas o pozos filtrantes o filtros de arena.** Facilitan la formación de películas bacterianas sobre los cantos o partículas filtrantes que realizan la descontaminación.
3. **Lagunaje**
 - **Anaerobio:** elimina hasta el 50% el DBO5
 - **Aerobio:** con posible proceso anaerobio después
4. **Filtro verde:** plantación forestal en la que se riega con aguas residuales.

5. **Contactores biológicos rotativos.-** Sistemas mecánicos que facilitan la actuación de las bacterias descontaminantes (Echarri Prim, 2008)

5.3 Sistema actual ubicado en el área de estudio

5.3.1 Tanques o pozos sépticos.

Construcciones en mampostería impermeabilizado interiormente o tanques subterráneos tapados, diseñados y contruidos para el saneamiento en zonas sin servicio de alcantarillado. Su función es recibir y descontaminar las aguas residuales que se producen en las diferentes áreas cuando se realizan evacuaciones de las aguas grises o negras de los cuales deben llevar un sistema para separar residuos suspendidos de acuerdo a las siguientes recomendaciones e indicaciones.

- No está permitido que les entre aguas lluvias ni desechos en cualquier fase del proceso de tratamiento.
- Los efluentes de tanques sépticos no deben ser dispuestos directamente en un cuerpo de agua superficial.
- Deben ser tratados adicionalmente para mejorar la calidad del vertimiento.

El efluente de los tanques sépticos es anaerobio y contiene probablemente un número elevado de agentes patógenos, que son una fuente potencial de infección, no debe usarse para regar cultivos, no descargarse en canales o aguas superficiales sin permiso de la autoridad sanitaria de acuerdo al reglamento nacional vigente (Suematsu, 1995).

5.4 Investigaciones relacionadas con el manejo de Coleópteros Scarabaeidae

En la visita realizada a las instalaciones de Tierra Viva en la Ciudad de Tunja, se evidenció el trabajo realizado por el Ingeniero Agrónomo German Viazus quien ha

desarrollado investigaciones relacionadas con el manejo de Coleópteros Scarabaeidae del tipo Gigante los cuales tienen una gran aceptación en mercados de mascotas de Asia, Estados Unidos y Europa, Tierra Viva dedica sus esfuerzos a la zoo cría en cautiverio de tres especies de escarabajos de especial calidad para los mercados internacionales.

En la finca en donde se desarrolla los trabajos se realizan labores con los coleópteros principalmente en dos campos que son la producción controlada de coleópteros para el tratamiento de residuos sólidos domésticos cuyo producto final es un abono de excelente calidad y la zoo cría con fines de venta recreativa de niños que los adquieren como mascotas. Los productos ofrecidos por el Ingeniero Viazus son los siguientes:

Dynastes hércules, se caracteriza por tener alas que cambian de color siendo su color real verde, amarillo o hasta de tonalidad azulosa en los machos su tamaño varía desde 60 hasta 164mm, las hembras se caracterizan por no tener cuernos; su tamaño varía entre 50 hasta 90 mm.

Dynastes neptunus, como principal característica es la existencia en los machos de dos pequeños cuernos adicionales a los dos cuernos principales, la tonalidad tanto de hembras como de los machos varía entre un color negro vivo hasta el violeta rojizo,

Megasoma elephas, escarabajos de muy particular textura, ya que posee todo su exoesqueleto recubierto de una forma de pelusa similar a la piel del durazno, su color es amarillo opaco, tanto la hembra como el macho tienen baja actividad diurna, el tamaño para machos varía entre los 50 mm hasta 130 mm.

La investigación realizada por el Ingeniero Viazus, inició con el estudio de coleópteros como Indicadores Ambientales y profundizó en las áreas de la Agrología,

pero se abre la posibilidad de uso de esas especies para el pretratamiento de aguas residuales domésticas, teniendo en cuenta que los coleópteros se alimentan de contenedores de carga orgánica (Viazus , 2015).

5.4.1 Trabajos relacionados con Coleópteros a nivel de Bioindicadores

Los coleópteros de la subfamilia Scarabaeidae se caracterizan por alimentarse de excrementos de vertebrados, principalmente de mamíferos También pueden alimentarse de carroña, frutas y restos vegetales en descomposición. Los Scarabaeidae presentan una amplia distribución geográfica y pueden llegar a colonizar una gran variedad de hábitat. Dado que muchas de las especies tienden a especializarse en un rango altitudinal, tipo de suelo y tipo de bosque este grupo de insectos es atractivo para la realización de monitoreos biológicos.

El estudio de Martínez, García, Pulidos, Ospino y Narváez reveló la importancia de la altitud como variable relacionada con los cambios en la riqueza y composición de las especies biológicas plantean que el número de especies de Scarabaeidae disminuye a medida que aumenta la elevación, porque están adaptados a condiciones de altas temperaturas y humedad, por lo tanto dominan bosques de tierras bajas (Martinez, Garcia , Pulido, Ospino, & Narváez, Noviembre - Diciembre 2009)

5.5 Parámetros Generales para determinar la contaminación

Un agua residual influye en el medio donde se vierte debido básicamente a cinco parámetros: Carga Orgánica, que consume oxígeno; sólidos en suspensión, que dificultan la actividad biológica de los seres acuáticos y la recarga de los acuíferos;

materias inhibidoras o tóxicas, que inhiben, modifican o anulan la actividad biológica y/o se pueden acumular en la cadena trófica Nutrientes (N y P) que intervienen en los procesos de eutrofización; salinidad que puede condicionar la transferencia de materia entre el entorno y las células; otros como la temperatura de los vertidos y el contenido en grasas también pueden ser importantes. Consecuentemente la caracterización de un agua residual se realiza respecto a todos estos parámetros.

5.5.1 Materia Orgánica Contaminante.

1. Demanda Química de Oxígeno (DQO)

La demanda química de oxígeno (DQO) es un parámetro que mide la cantidad de materia orgánica susceptible de ser oxidada por medios químicos que hay en una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación y se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro ($\text{mg O}_2/\text{l}$). La DQO está en función de las características de las materias presentes, de sus proporciones respectivas, de las posibilidades de oxidación, etc. Por eso, la obtención de los resultados y su interpretación no serán satisfactorias más que en condiciones metodológicas bien definidas y estrictamente respetadas.

2. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)

La demanda biológica de oxígeno (DBO5), es un parámetro que mide la cantidad de materia susceptible de ser consumida u oxidada por medios biológicos que contiene una muestra líquida, disuelta o en suspensión. Se utiliza para medir el grado de

contaminación, normalmente se mide transcurridos cinco días de reacción (DBO5), y se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro (mgO₂/l) (Brigand, 2008)

3. Sólidos en Suspensión

La medida de las partículas condiciona su superficie específica, la relación entre ellas es cuadrática, y la superficie específica está relacionada con el tiempo de decantación.

- Sólidos Totales (ST)

Los sólidos totales presentes en el agua residual se clasifican según su tamaño de sólidos suspendidos y sólidos filtrables.

- Sólidos suspendidos Totales (SST)

Son las partículas flotantes, como trozos de vegetales, animales, basuras, etc., y aquellas otras que también son perceptibles a simple vista y tienen posibilidades de ser separadas de la sustancia líquida por medios de tratamiento primario llamados medios físicos. Dentro de los sólidos suspendidos se pueden distinguir los sólidos sedimentables, que se depositarán por gravedad en el fondo de los receptores. Estos sólidos sedimentables, son una medida aproximada de la cantidad de fango que se eliminará mediante sedimentación.

- Sólidos Disueltos (SD)

Esta fracción se compone de sólidos coloidales y disueltos. La fracción coloidal consiste en partículas con un diámetro aproximado que oscila entre 10^{-3} y 1 micra. Esta fracción no puede eliminarse por sedimentación. Los sólidos disueltos se componen de

moléculas orgánicas, moléculas inorgánicas e iones que se encuentran disueltos en el agua. Por lo general, se requiere un proceso de coagulación seguido de un proceso de sedimentación para eliminar estas partículas de la suspensión.

5.5.2 Características bacteriológicas.

Una de las razones más importantes para tratar las aguas residuales o servidas es la eliminación de todos los agentes patógenos de origen humano presentes en las excretas con el propósito de evitar una contaminación biológica al cortar el ciclo epidemiológico de transmisión. Estos son, entre otros:

- Coliformes totales
- Coliformes fecales
- Salmonellas
- Virus (Fair, Geyes, & Okum, 1973)

5.6 Composición de las Aguas Residuales Domesticas

A continuación se presenta un resumen de las características típicas de aguas servidas según su clasificación en agua débil, media o fuerte (Felez Santafe, 2009).

Tabla 2. Características Aguas Residuales Domesticas.

Parámetro	Unidad	Débil	Media	Fuerte
Solidos Totales	Mg/l	350	720	1200
Solidos disueltos	Mg/l	250	500	850
Fijos	Mg/l	145	300	525
Volátiles	Mg/l	105	200	325
Solidos Suspendidos	Mg/l	100	220	350
Fijos	Mg/l	20	55	75
Volátiles	Mg/l	80	165	275
Solidos Sedimentables	Mg/l	5	10	20
DBO5	Mg/l	110	220	400
DQO	Mg/l	250	500	1000
COT	Mg/l	80	160	290
Nitrógeno Total	Mg/l	20	40	85
N- Prganico	Mg/l	8	15	35

N- amoniacal	Mg/l	12	25	50
N-N02	Mg/l	0	0	0
N-N03	Mg/l	0	0	0
Fosforo Total	Mg/l	4	8	15
P Orgánico	Mg/l	1	3	5
P Inorgánico	Mg/l	3	5	10
Cloruros	Mg/l	30	50	100
Sulfatos	Mg/l	20	30	50
Alcalinidad	Mg/l	50	100	200
Aceites y Grasas	Mg/l	50	100	150
Com. Org. Volátiles	Mg/l	<100	100-400	>400
Coliformes Fecales	Mg/l	10exp6 – 10exp7	10exp7 – 10exp8	10exp7 – 10exp9

Fuente. Felez Santafe, 2009

5.7 Índices Biológicos

Son parámetros que miden la calidad del medio basándose en organismos indicadores que viven en el mismo (estos pueden ser desde peces a larvas de macroinvertebrados). Según la sensibilidad a la contaminación de cada organismo, el índice biológico le asigna un valor, la suma de valores de la comunidad biológica da como resultado un número que nos informa del estado del medio en el punto o tramo observado. Frente a los parámetros físico-químicos, los índices biológicos son buenos integradores, ya que nos indican el estado del agua en un periodo de tiempo extenso (la presencia de un organismo indicador asegura la calidad correspondiente del agua como mínimo del tiempo necesario para su ciclo vital). A diferencia de los parámetros físico-químicos, los parámetros biológicos no son analistas ya que no identifican a los agentes contaminantes. Así pues si tenemos un vertido que contamina un curso de agua, por medio de un índice químico solo lo podremos detectar en el momento que pasa por el punto de muestreo, por lo contrario si el índice es biológico detectaremos la contaminación incluso si el análisis químico nos detecta un agua de buena calidad, ya que se habrán modificado los indicadores biológicos (Catalan L, 1997).

5.8 Tratamiento Biológico de Aguas Residuales Domesticas con el empleo de Escarabajos Estercoleros (Coleóptera: Scarabaeidae)

La depuración biológica es una operación en la cual los componentes orgánicos de las aguas residuales son degradados en su totalidad por la acción de los microorganismos. Los escarabajos estercoleros “Coleóptera: Scarabaeidae” se caracterizan por alimentarse de excrementos de vertebrados, principalmente de mamíferos. También pueden alimentarse de carroña, frutas y restos vegetales en descomposición. Los Scarabaeidae presentan una amplia distribución geográfica y pueden llegar a colonizar una gran variedad de hábitat. Dado que muchas de las especies tienden a especializarse en un rango altitudinal, tipo de suelo y tipo de bosque, este grupo de insectos es atractivo para la realización de monitoreos biológicos (Medina, Lopera Toro, Vitolo, & Gill, 2001).

La altitud es una variable que frecuentemente se relaciona con los cambios en la riqueza y composición de las especies biológicas plantean que el número de especies de Scarabaeidae disminuye a medida que aumenta la elevación, porque están adaptados a condiciones de altas temperaturas y humedad, por lo tanto dominan bosques de tierras bajas.

A nivel mundial, el comportamiento de las comunidades de escarabajos coprófagos en gradientes altitudinales ha sido estudiado por autores, quienes describen una disminución de la riqueza con el aumento de la altitud. En Colombia, se destacan los trabajos que han comparado la diversidad de escarabajos coprófagos en diferentes tipos de bosque, o rangos altitudinales. Sin embargo, los muestreos que se han realizado sobre los Scarabaeidae no han cubierto de manera sistemática los diferentes tipos de hábitat y regiones biogeográficas. En la provincia biogeográfica de la Sierra Nevada de Santa

Marta se reporta cuatro especies, mientras que Noriega et al (2007) registró 57 especies más. También se destaca el registro para esta zona de *Digitonthophagus gazella* Fabricius (Noriega A, Solis, Escobar S, & Realpe R, 2007)

A pesar de la importancia de este grupo, existe una escasez de estudios por lo cual se hace indispensable realizar estudios sobre este grupo de escarabajos en la región que se define en el estudio. Teniendo en cuenta lo anterior, este trabajo pretende determinar la capacidad de disminución de carga orgánica de una comunidad de escarabajos coprófagos a lo largo de un tiempo definido y con un control de la población del escarabajo seleccionado.

5.9 Posibles especies a utilizar en el Estudio

5.9.1 Tribu Ateuchini, género Ateuchus Weber.

El género *Ateuchus* está compuesto por 81 especies exclusivamente americanas, son valiosos recicladores de materia orgánica que se descompone en los bosques e igualmente sirven como controladores biológicos de moscas del estiércol y como indicadores biológicos de la calidad ambiental. Se considera que las especies de este género poseen un espectro trófico exclusivamente coprófago. El género *Ateuchus* está ampliamente distribuido, se sabe que es muy rico en especies, pero paradójicamente éstas son pobremente conocidas en América del Sur, donde el nivel infragenérico de las poblaciones naturales no se ha resuelto a satisfacción.

5.9.2 Género Uroxys Westwood.

A la fecha se han descrito 65 especies de este género, la gran mayoría provenientes de Sur América, estando ausente el género en las Antillas Mayores y siendo el Estado

mexicano de Tamaulipas el aparente límite máximo de su distribución septentrional. Las especies se caracterizan por su tamaño pequeño (3-11 mm), dorso aplanado, coloración oscura, generalmente negros, cuerpo liso y lustroso; clípeo con dos o cuatro dentículos; tibias medias y posteriores con tubérculos, patas anteriores alargadas en los machos y cortas en las hembras.

5.9.3 Tribu Eurysternini, género Eurysternus Dalman.

Eurysternus es el único género de la tribu Eurysternini y uno de los tres grupos de escarabajos estercoleros endémicos del neotrópico, junto a Eucraniini y Phanaeini, se distribuyen desde el centro de México hasta el sur de Brasil en diferentes tipos de bosques y consume una dieta variada de carroña, heces, e incluso hojas. Las especies de este género se caracterizan por su tamaño pequeño a mediano (5-15 mm), forma rectangular y dorso aplanado. No presentan cuernos o protuberancias en la cabeza y el pronoto. Las especies de Eurysternus hacen bolas de excremento pero no son rodadas, en su lugar son enterradas en nidos cavados por debajo de la fuente de excremento.

5.9.4 Género Phanaeus Macleay.

Las 51 especies del género Phanaeus se distribuyen desde el sur de Estados Unidos hasta el norte de Argentina, el grupo incluye una parte importante de la fauna neotropical de escarabajos del estiércol preferencialmente coprófagos que usan excrementos húmedos de grandes herbívora y omnívora. Son escarabajos de tamaño mediano (13-20 mm), color variable, de aspecto lustroso e iridiscente. Presentan clípeo con dos dentículos y margen anterior del pronoto interrumpido detrás de los ojos. El comportamiento de nidificación de Phanaeus se caracteriza principalmente por la formación de galerías y más que rodaje, su comportamiento es de empujar.

5.9.5 *Onthophagus ruficapillus* Brulle, 1832.

Especies que habitan en la parte sur de Europa, América, y también citado de Asia Menor, Transcaucasia y Siria. En Polonia, un escarabajo raro, conocido hace poco. Se reproduce entre marzo y agosto en las heces de ganado, caballos, ovejas, y a veces también se encuentran en descomposición de hongos y carroña, así como en depósitos de estiércol de humano (Noriega A, Solis, Escobar S, & Realpe R, 2007).

6. Aspectos Metodológicos

6.1 Tipo de investigación

La investigación para el presente proyecto de grado tipo proyecto aplicado será exploratoria y descriptiva. Se analizan la percepción de la inclusión de macroinvertebrados como método de tratamiento de las aguas residuales domesticas provenientes del pozo séptico ubicados en la vereda Montoya, zona rural del municipio de Ventaquemada. También serán analizados los diferentes parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, con la finalidad de verificar su eficiencia de remoción.

6.2 Cronograma de Actividades

Para el desarrollo del presente estudio se tienen en cuenta las siguientes actividades a realizar:

Tabla 3. Cronograma de Actividades

ACTIVIDADES A REALIZAR	MESES					
	1	2	3	4	5	6
Revisión Bibliográfica						
Comparación de la especie de Macroinvertebrados de la clase Insecta.						
Ubicación y recolección de los Macroinvertebrados de la clase Insecta: “Coleópteros Scarabaeidae”.						
Procesamiento de las muestras de aguas residuales de tipo domestico con los “Coleópteros Scarabaeidae”.						
Análisis de las muestras						
Análisis de resultados						

ACTIVIDADES A REALIZAR	MESES					
	1	2	3	4	5	6
Sustentación de la investigación						

Fuente: Autores

6.3 Presupuestos

Tabla 4. Descripción del equipo humano y su dedicación

NOMBRE	TÍTULO	FUNCIÓN	DEDICACIÓN (#HORAS/SEMANA)	CEAD
Camila Hernández	Ingeniera Sanitaria y Ambiental	Directora del Proyecto de Investigación	10	Tunja
Johnny Torres Medina	Técnico en topografía	Investigador principal	20	Garagoa
Yobany Briceño Pinzón	Físico	Investigador principal	20	Tunja

Fuente: Autores

Tabla 5. Valores de Salidas de Campo

RUBRO	DESCRIPCION	VALOR TOTAL
Equipo Humano	Analista de laboratorio, auxiliar de campo, profesional de investigación (2)	\$200.000
Muestras de Insectos	Muestras insectiles (escarabajos)	
Equipos oficina, laboratorio y Software	Microscopios, Estereoscopios, Muflas, balanzas, Microsoft office	\$200.000
Viajes y Salidas de Campo	Visitas al lugar de estudio y viajes para los análisis a cada uno de los laboratorios	\$600.000
Materiales y suministros	Porta muestras, porta objetos, cubre objetos, vidrio de reloj, beaker, cápsulas de porcelana, Horno, Placa calefactora, Balanza analítica, Desecador, Potenciómetro, Equipo de filtración, Papel Whatman N° 2, Solución tampón de fosfato, Solución de sulfato de magnesio, Solución de cloruro férrico, Soluciones ácida y alcalina, Solución de sulfito de sodio, Inhibidor de nitrificación, Solución de glucosa-ácido glutámico, Solución de cloruro de amonio	\$300.000
Servicios Técnicos especializados	Análisis de laboratorio, recolección de muestras	\$2,400.000
Socialización de	Sustentación a la comunidad Unadista del	\$500.000

RUBRO	DESCRIPCION	VALOR TOTAL
Resultados a la Comunidad Unadista	Trabajo de Grado	
TOTAL		\$ 4,200.000

Fuente: Autores

Tabla 6. Descripción y justificación de los viajes

DESCRIPCION DEL VIAJE	JUSTIFICACION	VALOR \$
Viajes Ventaquemada – Garagoa	Desplazamiento de los estudiantes a la zona de estudio, a los laboratorios en Tunja.	600.000
SUBTOTAL		600.000

Fuente: Autores

Tabla 7. Valoraciones salidas de campo

ÍTEM	COSTO UNITARIO \$	#	TOTAL \$
Viajes de estudiantes	100.000	6	600.000
SUBTOTAL			600.000

Fuente: Autores

Tabla 8. Materiales y suministros

MATERIALES	JUSTIFICACIÓN	VALOR \$
Microscopios, Muflas, DRX, balanzas, Microsoft office	Equipo e insumos desechables propios de laboratorio	200.000
Porta muestras, porta objetos, cubre objetos, vidrio de reloj, beaker, cápsulas de porcelana, Horno, Placa calefactora, Balanza analítica, Desecador, Potenciómetro, Equipo de filtración, Papel Whatman N° 2, Solución tampón de fosfato, Solución de sulfato de	Equipo e insumos propios de laboratorio para estudio de las muestras recolectadas	300.000

MATERIALES	JUSTIFICACIÓN	VALOR \$
magnesio, Solución de cloruro férrico, Soluciones ácida y alcalina, Solución de sulfito de sodio, Inhibidor de nitrificación, Solución de glucosa-ácido glutámico, Solución de cloruro de amonio		
SUBTOTAL		500.000

Fuente: Autores

Tabla 9. Bibliografía

ÍTEM	JUSTIFICACIÓN	VALOR \$
Bibliografía	Sin costo pues el conocimiento es un intangible	0.0
SUBTOTAL		0.0

Fuente: Autores

Tabla 10. Servicios Técnicos

TIPO DE SERVICIO	JUSTIFICACIÓN	VALOR \$
Análisis de laboratorio, recolección de muestras	Los costos relacionados en este Ítem corresponden a los costos tarifarios del laboratorio Certificado	2.400.000
SUBTOTAL		2.400.000

Fuente: Autores

Tabla 11. Socialización de Resultados

TIPO DE SERVICIO	JUSTIFICACIÓN	VALOR \$
Sustentación a la comunidad Unadista del Trabajo de Grado	Se tiene gastos propios de impresión de material didáctico para ser distribuido entre la comunidad estudiantil de la	500.000

	UNAD, específicamente en los estudiantes del programa de Ingeniería Ambiental	
SUBTOTAL		500.000

Fuente: Autores

6.4 Plan de Trabajo

Para alcanzar los objetivos propuestos y luego de una visita de reconocimiento a la zona objeto de estudio se definió un plan de trabajo o metodología que se describe en los numerales siguientes:

6.4.1 Trabajo de campo.

Para iniciar las diferentes actividades de campo se tomaron en cuenta los siguientes análisis previos:

- Esta labor consistirá de la recolección de ejemplares de macro invertebrados de la Clase Insecta, Orden Coleóptera, familia Scarabaeidae; a partir de materia fecal circundante en la zona objeto de estudio; esto es, escarabajos en labor de coprofagia sobre bovinaza, gallinaza o caprinaza para el aislamiento y empleo en labores posteriores aislamiento.
- Se toman tres recipientes plásticos con capacidad de 5 litros, en cada uno de ellos se introducen un litro (1 litro) de agua residual doméstica proveniente

del pozo séptico, en cada recipiente se introducen 150 Escarabajos Estercoleros “Coleóptera: Scarabaeidae”, los recipientes son perforados con el fin de airear las muestras.

- Se toma una muestra de laboratorio (muestra tomada a los 0 días de iniciar el estudio), esto con el fin de comparar los resultados que se van a obtener después de introducir los Escarabajos Estercoleros (Coleóptera: Scarabaeidae).
- Se toman muestras de laboratorio a las tres muestras que contienen 150 Escarabajos Estercoleros; la primera se realiza a los 10 días, la segunda toma de muestra es a los 20 días y la tercera muestra de laboratorio se realiza a los 30 días. **Ver Anexo A, B, C y D.**

6.4.2 Muestreos y Análisis de laboratorios.

1. Toma de Muestras

Teniendo en cuenta el objetivo del estudio que es evaluar la carga contaminante de las aguas residuales domésticas provenientes del pozo séptico, se tomaron muestras para los siguientes ensayos: Solidos Disueltos (SD) y Suspendidos totales (SST), Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Demanda biológica de Oxígeno (DBO5), Coliformes totales y Coliformes Fecales. El análisis fue realizado en el laboratorio de aguas ANALIZAR LABORATORIO FISICOQUIMICO LTDA.

Tabla 12. Parámetros Físico-Químicos y microbiológicos tomados del muestreo analizado.

ANALISIS	MÉTODO
DBO5 Total	SM 5210 B, 4500 -OC
DQO Total	SM 5220 D
Oxígeno Disuelto	SM 4500 – 0G

Solidos Suspendidos Totales	SM 2540 D
Solidos Totales	SM 2540 B
Coliformes Totales	SM 9221 B
Coliformes Fecales	SM 9221 B, E

Fuente: Autores

En esta tesis se adoptara el “*Instructivo para la toma de muestras de aguas residuales, (17), 1- 17*” elaborado por el IDEAM, en el cual se describen los requerimientos, instrucciones y cuidados que se deben tener en cuenta para la toma de muestras de aguas residuales industriales (ARI) o domesticas (ARD) para análisis de laboratorio. El presente instructivo aplica para muestreo de aguas residuales provenientes de efluentes industriales, plantas de tratamiento, alcantarillados, entre otras; como parte de la prestación de servicios, convenios, contratos y solicitudes en general (IDEAM, 2007).

Una vez conocidos los resultados de los análisis físicos químicos y microbiológicos de las muestras de agua residual doméstica con la inclusión de los macroinvertebrados de la clase Insecta, Escarabajos Estercoleros, se comparan los parámetros y se determina la muestra más efectiva en la descontaminación o tratamiento de aguas residuales domésticas.

2. Recolección Análisis de la información

I. Diagnóstico

Con la información primaria y secundaria condensada se realizaron análisis de los resultados obtenidos en los diferentes parámetros analizados en el laboratorio, esto con el fin de identificar el comportamiento considerando los periodos de muestreo de cada parámetro a los 0 días, 10 días, 20 días y 30 días.

II. Propuesta de solución

Basados en los resultados obtenidos en la etapa de diagnóstico y en la información primaria y secundaria del sistema de tratamiento de las aguas residuales domesticas se presenta la alternativas de solución a la problemática encontrada.


7. Análisis de los Resultados

7.1 Comparativos de Especies de Coleópteros

Para el análisis se realizó comparación de más de 2.000 fotografías de especies de coleópteros, se identificó que la especie utilizada en el presente estudio corresponde a el: *Onthophagus ruficapillus* Brulle, 1832 (Noriega A, Solis, Escobar S, & Realpe R, 2007).

1. *Onthophagus Ruficapillus*

Tabla 13. *Onthophagus (Paleonthophagus) ruficapillus* Brullé, 1832

Reino	<i>Animalia</i>
Filo	<i>Arthropoda</i>
Clase	<i>Insecta</i>
Orden	<i>Coleoptera</i>
Familia	<i>Scarabaeidae</i>
Subfamilia	<i>Scarabaeinae</i>
Genero	<i>Onthophagus</i>
Especie	<i>O. ruficapillus</i> <u>BRULLÉ</u> , 1832
Morfología	<p>Pronoto: Zona superior del protoxas, los ángulos posteriores o anteriores suelen ser marcados o redondeados.</p> <p>Clípeo: Área de la cabeza situada entre la sutura frontoclipeal y el labro. En ausencia de sutura frontoclipeal, corresponde al área atrás del labro y entre los ojos. También se le llama epistoma</p> <p>Élitro: Cada una de las alas rígidas y duras, sirven para proteger a modo de estuche el par de alas finas y flexibles, cuando están en reposo.</p> <p>Antenas: Presentes en los dos primeros segmentos de la cabeza. Apéndices articulados entre las mandíbulas y los ojos.</p> <p>Escudete: Porción esclerosada del mesonoto, no recubierta por el primer par de alas, generalmente de triangular o subtriangular.</p> <p>Fémur: La tercera parte de la pata. Está articulado en la parte basal con el trocánter y en la apical con la tibia.</p> <p>Vertex: Corresponde a la parte posterior de la cabeza. La frente corresponde aproximadamente a la zona entre los ojos. (Archangelsky, Manzo, & Michat, 2009)</p>
Registro fotografico Onthophagus (paleonthophagus) ruficapillus brullé, 1832	

Fuente: Archangelsky, Manzo, & Michat, 2009

2. Rasgos de los Escarabajos

Se caracterizan por tener el primer par de alas muy endurecido que forma un estuche protector para las alas membranosas y las partes blandas del dorso del abdomen. Su forma varía de acuerdo con su sexo y el grupo al cual pertenecen. En general el cuerpo tiene tres regiones: la cabeza, el tórax y el abdomen. La cabeza es pequeña y tiene un par de mandíbulas y un par de maxilas como apéndices masticadores que le sirven para comer. Un par de antenas lameladas, designadas así porque terminan en pequeñas láminas o plaquitas denominadas lamelas, que son órganos sensoriales que perciben tanto las condiciones del ambiente como los olores del alimento. Y poseen un par de ojos compuestos, cada ojo corresponde a una agregación de varios cientos de unidades visuales designadas omatidias, cada una de las cuales se encuentra en una foseta, es decir, una de las divisiones de la córnea. Su tórax está dividido en tres partes cada una con un par de patas.

La primera, protórax, es grande y en ocasiones tiene cuernos, tubérculos y fosetas. La segunda, mesotórax, es pequeña y se compone por un par de alas endurecidas o élitros, y la tercera es un segundo par de alas membranosas. Su abdomen está formado por ocho segmentos más o menos móviles que terminan en una placa pigidial que cubre el orificio anal y las aberturas genitales (Lozano Bravo, 2014).

7.2 Muestreos

7.2.1 Ubicación del Punto de muestreo (Pozo Séptico).

Tabla 14. Ubicación del Punto de Muestreo

SITIO	UBICACIÓN		MSNM
	Norte	Este	
1	1086980.01	1062422.18	2809.50

Fuente: Autores



Fotografía 1. Coordenadas del punto seleccionado para la toma de muestras de agua.
Fuente: Autores



Fotografía 2. Muestra inicial sin Escarabajos Estercoleros (Coleóptera: Scarabaeidae), (0 días). Fuente: Autores

7.2.2 Resultados análisis fisicoquímicos y microbiológicos de los puntos monitoreados.

A continuación se presentan los resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de los puntos monitoreados, aguas residuales domesticas del pozo séptico ubicado en la Vereda Montoya. (**Ver Anexo 1, 2, 3 y 4.** Análisis Físico Químicos y microbiológicos del agua muestra 0, 1, 2, 3.

Tabla 15. Análisis fisicoquímico y microbiológico del efluente sin tratamiento biológico. Muestra 0

DESCRIPCION	EXPRESION	VALOR OBTENIDO	VALOR MAXIMO ACEPTABLE	METODO
DBO5	mg O2/L	467	N.E	SM 5210 B, 4500-OC
DQO	mg O2/L	1710	N.E	SM 520 D
Oxígeno Disuelto	mg O2/L	<0.01	N.E	SM 4500-O G
Solidos suspendidos totales	mg SST/L	790	N.E	SM 2540 D
Solidos totales	mg SST/L	1790	N.E	SM 2540 B
Coliformes Totales	NMP/100 ml	24 Exp 4	N.E	SM 9221 B
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	82 Exp 3	N.E	SM 9221 B, E

Fuente: Autores

Tabla 16. Análisis fisicoquímico y microbiológico del efluente sin tratamiento biológico muestra 1.

DESCRIPCION	EXPRESION	VALOR OBTENIDO	VALOR MAXIMO ACEPTABLE	METODO
DBO5	mg O2/L	220	N.E	SM 5210 B, 4500- OC
DQO	mg O2/L	500	N.E	SM 520 D
Oxígeno Disuelto	mg O2/L	0.01	N.E	SM 4500-O G
Solidos suspendidos totales	mg SST/L	220	N.E	SM 2540 D
Solidos totales	mg SST/L	720	N.E	SM 2540 B
Coliformes Totales	NMP/100 ml	3.0Exp 4	N.E	SM 9221 B
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	3.86Exp 3	N.E	SM 9221 B, E

Fuente: Autores

Tabla 17. Análisis fisicoquímico y microbiológico del efluente sin tratamiento biológico muestra 2.

DESCRIPCION	EXPRESION	VALOR OBTENIDO	VALOR MAXIMO ACEPTABLE	METODO
DBO5	mg O2/L	154	N.E	SM 5210 B, 4500- OC
DQO	mg O2/L	271	N.E	SM 520 D
Oxígeno Disuelto	mg O2/L	0.01	N.E	SM 4500-O G
Solidos suspendidos totales	mg SST/L	145	N.E	SM 2540 D
Solidos totales	mg SST/L	406	N.E	SM 2540 B
Coliformes Totales	NMP/100 ml	2.1Exp 4	N.E	SM 9221 B
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	6.9Exp 3	N.E	SM 9221 B, E

Fuente: Autores

Tabla 18. Análisis fisicoquímico y microbiológico del efluente sin tratamiento biológico muestra 3.

DESCRIPCION	EXPRESION	VALOR OBTENIDO	VALOR MAXIMO ACEPTABLE	METODO
DBO5	mg O2/L	411	N.E	SM 5210 B, 4500- OC
DQO	mg O2/L	1220	N.E	SM 520 D
Oxígeno Disuelto	mg O2/L	MAYOR 0.01 (0.019)	N.E	SM 4500-O G
Solidos suspendidos totales	mg SST/L	350	N.E	SM 2540 D
Solidos totales	mg SST/L	1256	N.E	SM 2540 B
Coliformes Totales	NMP/100 ml	5.61xExp 4	N.E	SM 9221 B
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	7.3Exp 4	N.E	SM 9221 B, E

Fuente: Autores

7.2.3 Comparación Parámetros medidos en tiempo según los análisis físico-químicos del agua residual doméstica.

En la siguiente tabla se presentan los resultados de los parámetros físico-químicos del agua residual doméstica con la inclusión de los 150 Escarabajos en los diferentes periodos de adaptación para 0 días, 10 días, 20 días y 30 días.

Tabla 19. Comparación de Parámetros medidos en tiempo según los análisis físico-químicos del agua residual doméstica.

PARAMETROS ANALIZADOS	TIEMPO (DIAS)				EXPRESION
	0	10	20	30	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	467	220	154	411	mg O2/L
Demanda Química de Oxígeno	1710	500	271	1220	mg O2/L
Oxígeno Disuelto	<0.01	0.01	0.01	>0.019	mg O2/L
Solidos suspendidos totales	790	220	145	350	mg SST/L
Solidos totales	1790	720	406	1256	mg SST/L
Coliformes Totales	24 Exp 4	3.0Exp 4	2.1Exp 4	5.61xExp 4	NMP/100 ml
Coliformes Fecales	82 Exp 2	3.86Exp 3	6.9Exp 3	7.3Exp 4	NMP/100 ml

Fuente: Autores



Fotografía 3. Muestras de Agua Residual Domestica. Fuente: Autores

1. Análisis de resultados para los parámetros DBO5 Y DQO

El comparativo de los Análisis Físicoquímicos del agua residual domestica para las muestras de 0 días, 10 días, 20 días y 30 días se presenta en la siguiente gráfica:

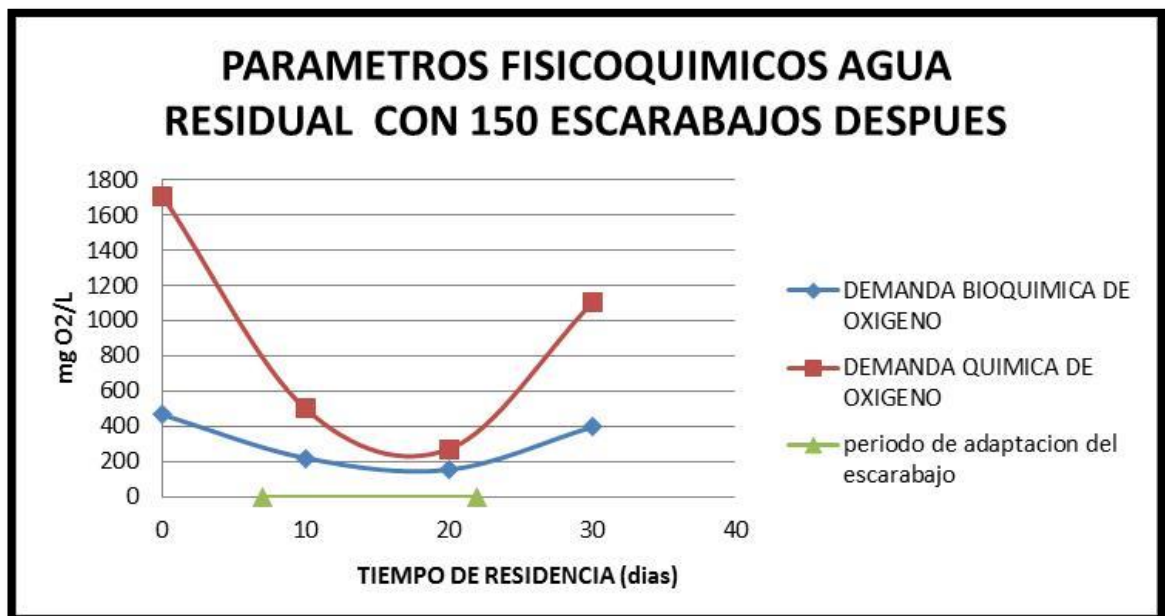


Figura 3. Análisis Físicoquímico Agua Residual Domestica Muestras DBO5 Y DQO. Fuente. Autores

La reacción de biodegradación de las aguas residuales urbanas transcurre con mayor velocidad en condiciones anaerobias. El análisis de la Demanda Bioquímica de Oxígeno, (DBO5), cantidad de oxígeno utilizado por microorganismos heterótrofos para transformar la materia orgánica metabolizable de la muestra en anhídrido carbónico agua y productos finales, se realiza en condiciones aerobias, con presencia suficiente de oxígeno libre desde el comienzo al final de la prueba, midiéndose el oxígeno absorbido y expresándose el resultado en miligramos de oxígeno utilizado por litro de agua examinada. La importancia de la medida de la DBO5, radica en que del análisis de la evolución de la DBO5 se obtiene información de la biodegradabilidad de la muestra.

La reacción es autocatalítica, siendo la materia orgánica presente en la muestra de agua residual, la fuente de energía que facilita la oxidación del sustrato, generado en la propia reacción. La concentración del sustrato orgánico se determina por la medida de la Demanda Bioquímica de Oxígeno, y la biomasa por la determinación de Sólidos Volátiles. La medida de la DBO5 es la cantidad de oxígeno utilizado en la ecuación (Cubillos, 2007).

carbohidratos, proteínas, hidrocarburos + O₂ → Biomasa

→ CO₂ + H₂O + NH₄⁺ + Minerales + Biomasa

En nuestra muestra la demanda bioquímica de oxígeno registro los siguientes valores: de 457 a 220, 154 Y 397 mg O₂/L , está directamente relacionado con el crecimiento bacteriano registrado, ya que este, paso de 24 x 10E+4, 3.0E+ 4, 2.1Exp 4 y 5.61xE+ 4 (Coliformes Totales), esto obedece a la proliferación de micro organismos, y a que estos requieren oxígeno para realizar la oxidación de la materia orgánica la cual debido a la naturaleza de la muestra siempre suele ser alta.

Se observa un valor inicial alto aún para aguas residuales según lo estipula la Resolución 631 de 2015, que establece los parámetros y valores máximos permisibles en vertimientos puntuales a cuerpos de agua y a los sistemas de alcantarillado público, y que por la acción del primer tratamiento, bajo considerablemente, sin embargo, para los resultados obtenidos en el segundo análisis hay un pequeño aumento de microorganismos, así como también de demanda bioquímica de oxígeno (DBO5 estos dos grupos de resultados son concordantes ya que aunque para el primer análisis los valores se redujeron ostensiblemente, ya para el segundo análisis empezaba a haber un ascenso tanto de DBO5 como de microorganismos. Dicha tendencia también se registró para los resultados obtenidos en el último análisis al cabo de 30 días de tratamiento, en donde los valores de DBO5 y coliformes totales estaban comparables con los del análisis cero. Este comportamiento se debe a que la actividad de los Escarabajos durante los primeros días fue efectiva en el sentido de disminuir la carga microbiana y la materia orgánica junto con la demanda bioquímica, pero a los 20 y 30 días de tratamiento la carga contaminante aumento, esto se debe a que los ejemplares, no podían subsistir en un ambiente completamente acuático tanto tiempo, y que debido a esto se presentó una alta mortandad lo que afecto de manera negativa los niveles de materia orgánica y DBO5, aportando solidos suspendidos debido a sus cuerpos y los restos de sus heces que efectivamente contaminaron la muestra llegando a condiciones comparables de la muestra 3 a la muestra 0.

La DQO expresa la cantidad de oxígeno equivalente necesario para oxidar las sustancias presentes en las aguas residuales, mediante un agente químico fuertemente oxidante, como el permanganato potásico (KMnO_4), utilizado en aguas limpias y el

dicromato potásico ($K_2Cr_2O_7$), utilizado en aguas residuales, ya que el uso de permanganato potásico en aguas residuales produce unos errores por defecto muy importantes. Por lo tanto, la DQO, medirá tanto la materia orgánica biodegradable por los microorganismos, como la materia orgánica no biodegradable y la materia inorgánica, oxidable por ese agente químico. Esta medida de la DQO, es una estimación de las materias oxidables presentes en el agua y es función de las características de los componentes presentes, de sus proporciones respectivas, de las posibilidades de oxidación y de la temperatura y otros. Se mide a temperatura ambiente y corresponde a una degradación de la materia orgánica entre el 70 y el 80% de la materia orgánica total en aguas residuales (Cubillos, 2007).

Esta medida de la DQO, es una estimación de las materias oxidables presentes en el agua y es función de las características de los componentes presentes, de sus proporciones respectivas, de las posibilidades de oxidación y de la temperatura y otros.

Se mide a temperatura ambiente y corresponde a una degradación de la materia orgánica entre el 70 y el 80% de la materia orgánica total en aguas residuales. Esta medida puede tardar unas 3 horas en realizarse.

La determinación de la DQO, junto con la DBO₅, permite establecer su relación y según el resultado, conocer la posibilidad o no de efectuar un tratamiento de las aguas residuales o físico-químico. Esta correlación también nos da una idea de si los vertidos que se están produciendo tiene origen industrial o urbana, o clasificables como urbanos y tanto más biodegradables, conforme esa relación sea mayor. Estas aguas residuales, puede ser tratada mediante tratamientos biológicos.

La determinación de la DQO, junto con la DBO₅, permite establecer su relación y según el resultado, conocer la posibilidad o no de efectuar un tratamiento de las aguas residuales o físico-químico. Esta correlación también nos da una idea de si los vertidos que se están produciendo tiene origen industrial o urbana, o clasificables como urbanos y tanto más biodegradables, conforme esa relación sea mayor. A continuación se presentan los diferentes resultados para los periodos de 0 días, 10 días, 20 días y 30 días; donde el periodo cero 0 días es la muestra sin tratamiento y las muestras 10 días, 20 días y 30 días son las que contienen la inclusión de los 150 Escarabajos:

Tabla 20. Relación entre (DQO/DBO₅) para cada análisis por separado

ANÁLISIS FISICOQUIMICO	DBO ₅ mg de O ₂ /L	DQO mg de O ₂ /L	COCIENTE $\frac{DQO}{DBO_5}$	ANÁLISIS
Muestra Inicial (0) Sin Tratamiento	467	1710	3.6	En conformidad a lo establecido en la Resolución 631 de 2015, se establece que el agua residual domestica presenta relación equivalente a residuos industriales, esto se debe a la malas prácticas agrícolas (lavado de recipientes con exceso de agroquímicos, entre otros).
Muestra 1 Después de 10 días con la inclusión de 150 Escarabajos	220	500	2.3	Efluente o compuesto biodegradable, pudiéndose utilizar sistemas biológicos como fangos activos o lechos bacterianos
Muestra 2 Después de 20 días con la inclusión de 150 Escarabajos	271	154	1.7	Efluente o compuesto biodegradable, pudiéndose utilizar sistemas biológicos como fangos activos o lechos bacterianos
Muestra 3 Después de 30 días con la inclusión de 150 Escarabajos	411	1220	3.0	Es biodegradable siendo recomendable el empleo de lechos bacterianos

Fuente: Autores.

En nuestra muestra la demanda bioquímica de oxígeno registro los siguientes valores: de 457 a 220, 154 Y 397 mg O₂/L , esto está directamente relacionado con el crecimiento bacteriano registrado, ya que este, paso de 24×10^4 , 3.0×10^4 , 2.1×10^4 y 5.61×10^4 (Coliformes Totales), esto obedece a la proliferación de micro organismos, y a que estos requieren oxígeno para realizar la oxidación de la materia orgánica la cual debido a la naturaleza de la muestra siempre suele ser alta.

Los resultados presentados en la anterior tabla, describen que la acción del tratamiento no convencional para la muestra de aguas residuales domestica recolectada en la zona rural del municipio de Ventaquemada surtió efecto descontaminante relacionado con la disminución de carga orgánica, y de descontaminación de dichas aguas en el periodo comprendido de 10 a 20 días y que dicho periodo concuerda con el periodo de máxima eficiencia biológica del ejemplar utilizado, por lo tanto, la actividad biológica descontaminante del tratamiento aplicado disminuyo, considerablemente la carga contaminante de nuestra muestra.

2. Análisis de resultados para los parámetros Solidos Suspendidos Totales (SST) y Solidos Totales (ST)

En la presente grafica se realiza un comparativo de los parámetros Sólidos Suspendidos Totales (SST) y Solidos Totales (ST) de los resultados obtenidos en las muestras de laboratorio tomadas en los periodos (10, 20 y 30 días) con la inclusión de los 150 Escarabajos y el periodo cero (0) sin tratamiento:

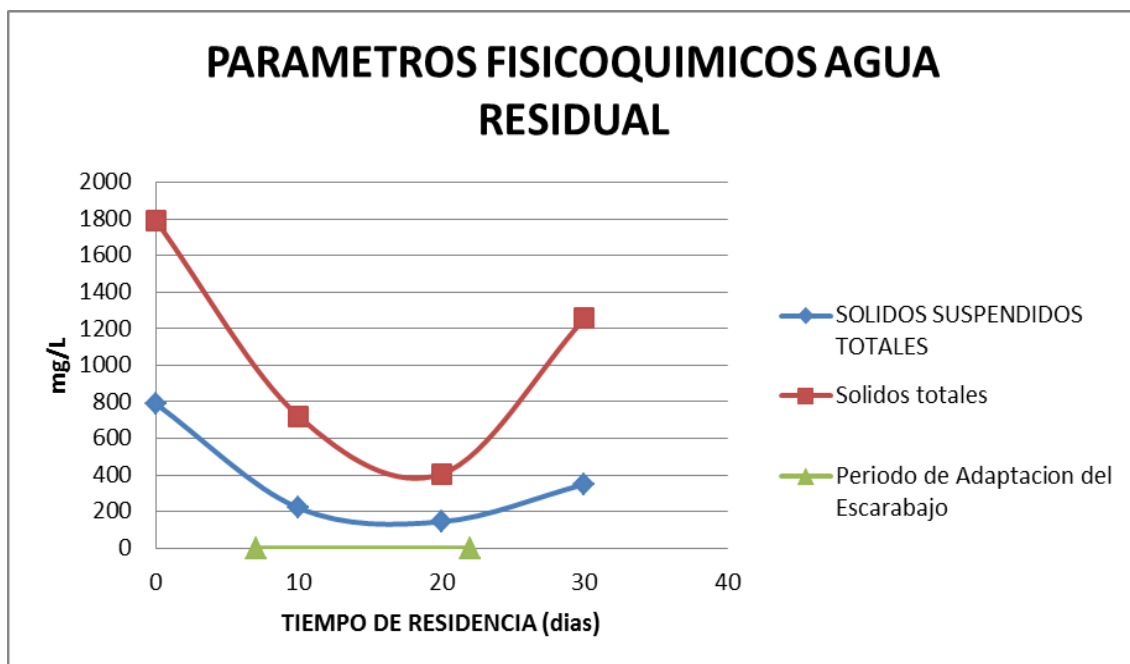


Figura 4 Análisis Físicoquímico agua residual domestica muestras SST Y ST (mg SST/L) Fuente. Autores

Para el parámetro de sólidos suspendidos totales (SST) los mayores valores se encontraron para la muestra 0 y 3 lo que posiblemente se debe a que en la muestra 0 (tomada a los 0 días) el agua residual domestica no presenta ningún tipo de tratamiento, en la muestra 3 (tomada a los 30 días) se evidencia un aumento de materia orgánica esto se debió al periodo de adaptación de los Escarabajos Estercoleros (Coleóptera: Scarabaeidae) los cuales realizaron el proceso de degradación la materia orgánica pero a su vez generaron sus propios residuos (heces) que aumentaron la generación de solidos suspendidos totales.

Caso contrario obtenido en la muestra 1 (tomada a los 10 días), en la cual se evidencia una reducción considerable de los Solidos Suspendidos Totales (SST) de 790 mg SST/L a 220 mg SST/L dando un porcentaje de remoción de 72,15 %, para los Solidos Totales (ST) con una remoción del 59,8%, indicando que es el periodo donde

hay mayor estabilidad de los macroinvertebrados realizan la degradación de la materia orgánica con más eficiencia, la muestra 2 también es muy efectiva, pero se tiene presente que es el periodo donde se observa el inicio de mortandad en los macroinvertebrados al igual que el aporte de heces en las muestras.

7.2.4 Comparación Parámetros medidos en tiempo según los análisis microbiológicos del agua residual doméstica.

En la Tabla 21 se relacionan los resultados de laboratorio obtenidos para la presencia de Coliformes fecales y Totales en las diferentes muestras, la cual indicará el nivel de afectación que posee el Efluente del pozo séptico la cual influye directamente en la alta presencia de coliformes fecales provenientes de la vivienda.

Tabla 21 Relación entre (Coliformes Totales y Coliformes Fecales)

PARAMETROS ANALIZADOS	TIEMPO (DIAS)				EXPRESIÓN
	0	10	20	30	
Coliformes Totales	24 * 10 Exp 4	3.0* 10 Exp 4	2.1* 10 Exp 4	5.61* 10 Exp 4	NMP/100 ml
Coliformes Fecales	82 * 10 Exp 3	3.86* 10 Exp 3	6.9* 10 Exp 3	7.3* 10 Exp 4	NMP/100 ml

Fuente: Autores.

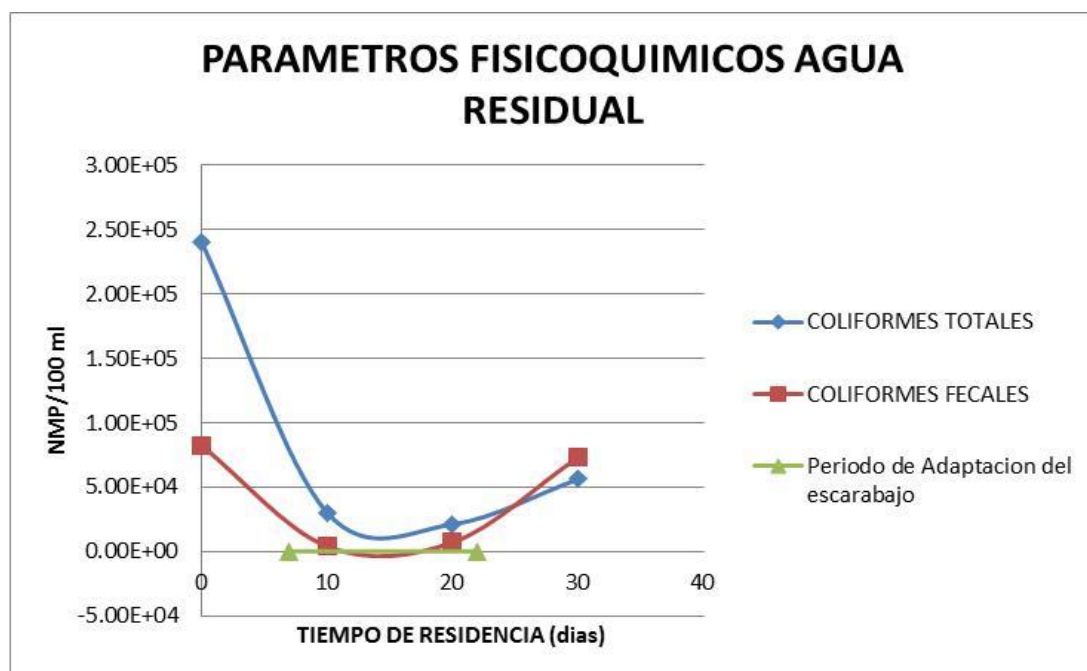


Figura 5. Análisis Microbiológico Agua Residual Domestica muestras Coliformes Fecales y Totales.
Fuente: Autores.

En la gráfica 3, se observa un valor inicial alto de coliformes aun para aguas residuales, y que por la acción del primer tratamiento, bajo considerablemente. Para los resultados obtenidos en el segundo análisis se registra un descenso, presentándose el punto más bajo de 2.0×10^4 , el cual concuerda con el periodo de máxima eficiencia de nuestro tratamiento biológico, dicho comportamiento para la gráfica de demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) queda evidenciado por el punto más (154 mgO₂/L estos dos resultados son concordantes con dicho periodo de máxima eficiencia de tratamiento con nuestro Escarabajos. Dicha tendencia también se registró para los resultados obtenidos en el último análisis al cabo de 30 días de tratamiento, en donde los valores de DBO5 y coliformes totales estaban comparables con los del análisis cero.

Sin embargo, a pesar de las condiciones de la fuente (gran cantidad de Coliformes fecales y Coliformes totales) se evidencia que mediante la aplicación del tratamiento con

Escarabajos Estercoleros (Coleóptera: Scarabaeidae) y sin ningún tipo de procedimiento adicional como filtrado o sustancias químicas para el control de Coliformes se obtuvo una reducción importante en la degradación de la materia orgánica, las reducciones más significativas se encuentran en la muestra 2 cuyos valores para Coliformes Totales pasaron de 24×10^4 NMP/100 ml a 3.0×10^4 NMP/100 ml, con una disminución del 25% porcentaje de remoción. Para Coliformes Fecales los valores pasan de 82×10^3 NMP/100 ml a 3.86×10^3 NMP/100 ml con porcentaje de remoción del 95,3%

En resumen, los puntos más bajos de los parámetros fisicoquímicos descritos para este estudio, se registraron en el periodo de mayor eficiencia de tratamiento, el cual fue independiente, tanto del periodo de residencia como de la cantidad de ejemplares presentes, el cual fue constante (150 coleópteros/ contenedor). Describiéndose que gráficamente el tratamiento aplicado es efectivo antes de los 25 días del tiempo de residencia. No cabe duda que la actividad de los Coleópteros Scarabaeidae durante los primeros días fue efectiva en el sentido de disminuir la carga microbiana y la materia orgánica junto con la demanda bioquímica, pero después de los 20 días de tratamiento la carga contaminante aumento, esto se debe a que los ejemplares, no podían subsistir en un ambiente completamente acuático tanto tiempo, y que debido a esto se presentó una alta mortandad lo que afecto de manera negativa los niveles de materia orgánica y DBO5, aportando solidos suspendidos debido a sus cuerpos y los restos de sus heces que efectivamente contaminaron el medio donde se encontraban.

8. Conclusiones

El proyecto investigativo: “evaluación del tratamiento de los sólidos percolados de las aguas residuales de tipo doméstico, a partir del empleo de macroinvertebrados de la clase insecta; coleópteros Scarabaeidae”, es posible considerarlo como una alternativa en la reducción de carga contaminante de los efluentes de pozos sépticos de la zona rural del municipio de Ventaquemada, se constata la gran ventaja que representa la utilización de los macroinvertebrados de la Clase Insecta; Coleópteros en el mejoramiento de las características fisicoquímicas y microbiológicas de las aguas residuales domésticas, presentando bajo costo y no requiere sistemas complejos para su implementación.

- Las características fisicoquímicas y microbiológicas del efluente objeto de estudio, de acuerdo con los análisis de laboratorio, arrojan un alto grado de contaminación, representados en la DBO5, DQO, sólidos en suspensión y presencia de Coliformes totales; lo cual corresponden a uno de los propósitos de la investigación. Estos valores en la muestra inicial del afluente corresponden a un vertimiento de tipo Industrial, probablemente se debe a malas prácticas agrícolas de la comunidad puesto que lavan los recipientes de bombeo de fungicida al interior de la vivienda.
- Al analizar los resultados de los análisis de laboratorio se logra corroborar la eficacia de la inclusión de macroinvertebrados Escarabajos Estercoleros “Coleóptera: Scarabaeidae”, como alternativa para la reducción de contaminantes presentes, en el rango de los 10 a 25 días de aplicación del método elegido,

igualmente, se destaca la ineficiencia en momentos de retención posterior por la mortandad de coleópteros.

- Se abre la posibilidad de tener en cuenta los macroinvertebrados Escarabajos Estercoleros “Coleóptera: Scarabaeidae” para el mejoramiento de la calidad en el vertimiento de las aguas residuales domésticas acompañado de otro medio alternativo como son los canales de plantas acuáticas, complementando así un sistema completamente biológico para el tratamiento de aguas residuales.
- Con los resultados obtenidos se demuestra que con la inclusión de los macroinvertebrados Escarabajos Estercoleros “Coleóptera: Scarabaeidae” como alternativa de tratamiento, es eficaz en la remoción de sólidos suspendidos, dado que se obtuvo una remoción superior al 72,15 %, demostrando una posibilidad viable y eficiente a la aplicación de este tratamiento a las aguas residuales domesticas de las zonas rurales.
- Con relación a las análisis obtenidos, la demanda bioquímica de oxígeno registro los siguientes valores: de 457 a 220, 271 Y 411 mg O₂/L , esto está directamente relacionado con el crecimiento bacteriano registrado, ya que este, pasa de 24×10^4 , 3.0×10^4 , 2.1×10^4 y 5.61×10^4 (Coliformes Totales), esto obedece a la proliferación de microorganismos, y a que estos requieren oxígeno para realizar la oxidación de la materia orgánica la cual debido a la naturaleza de la muestra siempre suele ser alta.
- Los puntos más bajos de los parámetros fisicoquímicos descritos para este estudio, se registraron en el periodo de mayor eficiencia de tratamiento, el cual fue independiente, tanto del periodo de residencia como de la ejemplares

presentes, el cual fue constante (150 coleópteros/ muestra). Describiéndose que el tratamiento aplicado es efectivo antes de los 25 días del tiempo de residencia.

- No cabe duda que la actividad de los Escarabajos durante los primeros días fue efectiva en el sentido de disminuir la carga microbiana y la materia orgánica junto con la demanda bioquímica, pero después de los 20 días de tratamiento la carga contaminante aumento, esto se debe a que los ejemplares, no podían subsistir en un ambiente completamente acuático tanto tiempo, y que debido a esto se presentó una alta mortandad lo que afecto de manera negativa los niveles de materia orgánica y DBO5, aportando solidos suspendidos debido a sus cuerpos y los restos de sus heces que efectivamente contaminaron el medio donde se encontraban.

9. Recomendaciones

- Dentro de las diferentes actividades realizadas, se recomienda evaluar el ciclo de vida de los macroinvertebrados de la Clase Insecta; “Coleópteros Scarabaeidae”, puesto que esta variable no se tomó en cuenta al momento de evaluar la eficiencia de los macroinvertebrados en el presente proyecto y la cual puede mejorar los resultados expuestos en el presente estudio.

Sea esta la oportunidad para dejar en claro que la planeación, el desarrollo y la ejecución del presente proyecto “evaluación del tratamiento de los sólidos percolados de las aguas residuales de tipo doméstico, a partir del empleo de macroinvertebrados de la clase insecta; “coleópteros Scarabaeidae”, es simplemente el inicio de un proceso que deberá rendir frutos a futuro, pues se dejan sentadas las bases para el inicio de próximas investigaciones en donde se logren obtener avances significativos en relación a la utilización de métodos y alternativas de reducción de carga contaminante a partir de nuevos tratamientos para las aguas residuales domesticas que generen beneficios de índole teórica en el caso de la universidad, pero a la vez de tipo social dado que el proyecto está básicamente dirigido a presentar una opción para el mejoramiento de la calidad de vida de los seres humanos ya que es viable, aplicable y repetible en los sitios donde se requiera, de tal manera que a través de la presente propuesta se está dando el primer paso de los miles que se pueden dar hacia él un megaproyecto que tenga repercusión, regional y nacional en materia de sistemas de tratamiento de aguas.

- Teniendo esta experiencia como base, cabe resaltar que dentro nuestro quehacer profesional como Ingenieros Ambientales, está la posibilidad de generar nuevas alternativas al implementar dentro de los tratamientos de aguas residuales domésticas, macroinvertebrados en nuestro caso Escarabajos que se encuentran en nuestro medio, dadas sus virtudes y características exaltadas a lo largo de este trabajo.

Bibliografía

- Alcaldia de Ventaquemada. (s.f.). Recuperado el 18 de Septiembre de 2015, de <http://www.ventaquemada-boyaca.gov.co/>
- Alcaldia Ventaquemada Boyaca. (2001-2010). *Esquema de Ordenamiento Territorial Ventaquemada Boyacá 2001 - 2010*. Ventaquemada- Colombia.
- Arboleda Valencia, J. (2000). *Teoria y practica de la purificacion del agua*. Bogota D.C: McGraw Hill.
- Brigand, S. (2008). *Assainissement non collectif*. Le Moniteur.
- Catalan L, J. (1997). *Depuradoras, Bases Cientificas*. Madrid, España: Bellisco.
- Cubillos, A. (2007). *Parametros y Caracterisiticas de las Aguas Residuales*. Lima, Peru.
- Echarri Prim, L. (2008). *Ciencias de la Tierra y del medio ambiente*. Recuperado el 15 de Septiembre de 2015, de <http://www4.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/00General/Busqueda.html>
- Fair, G., Geyes, J., & Okum, D. (1973). *Purificacion de Aguas, tratamientos y remocion de aguas residuales*. Limusa.
- Felez Santafe, M. (2009). Situación actual del estado de la depuración biológica. Explicación de los métodos y sus fundamentos. Barcelona: Universidad Politecnica de Catalunya.
- IDEAM. (2007). *Instructivo para la toma de muestras de aguas residuales*. Recuperado el 12 de Agosto de 2015, de <http://www.ideam.gov.co>
- Lozano Bravo, J. (2014). *Estudio de la distribucion espacial de Coleopteros acuaticos en la cuenta del Rio Alvaro*. Ibague-Tolima: Universidad del Tolima.
- Marsilli, A. (2015). *Tratamiento de aguas residuales*. Recuperado el 10 de OCTUBRE de 2015, de <http://www.tierramor.org/Articulos/tratagua.htm>
- Martinez, N., Garcia , H., Pulido, L., Ospino, D., & Narváez, J. (Noviembre - Diciembre 2009). *Eclogy, Behavior and Bionomics Escarabajos Coprófagos (Coleoptera:*

Sacarabaeinae) de la Vertiente Noroccidental, Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. Santa Marta.

- Martinez, S. (2003). Recuperado el 14 de SEPTIEMBRE de 2015, de Saneamiento Basico: www.monografias.com/trabajos26/saneamiento-basico/saneamiento-basico.shtml
- Medina, C., Lopera Toro, A., Vitolo, A., & Gill, B. (2001). Escarabajos Coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae:Scarabaeinae) de Colombia. *Biota Colombiana*, 131-144.
- Metacalf & Hedí, I. (2005). En *Ingenieria de Aguas Residuales* (pág. 434). California, Estados Unidos: McGraw-Hill.
- Noriega A, J., Solis, C., Escobar S, F., & Realpe R, E. (2007). Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) de la provincia de la Sierra Nevada de Santa Marta. *Biota Colombiana*, 77-86.
- Suematsu, G. (1995). *Proteccion Sanitaria en el uso de aguas residuales y lodos de plantas de tratamiento*. Cepis/OPS.
- Viazus , G. (2015). *Tierra Viva, Biabonos y medio ambiente EU*. Tunja.

ANEXOS

Anexo A. Análisis Físicoquímicos y microbiológicos del agua muestra 0



ANALIZAR LABORATORIO FÍSICOQUÍMICO LTDA.

MONITOREO Y CONSULTORIA

NIT. 826.000.346-1



Duitama, 2015/09 / 30

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS AG19462 - 15

IDENTIFICACIÓN

Solicitante: TODOPLANOS CIVILES-JOHNNY TORRES MEDINA
Dirección: Cl 13 A 16 15 Garagoa
Ensayo Realizado: Físicoquímico y Microbiológico
Tipo de Agua: Residual Doméstica
Sitio de Muestreo: Rural Pozo Séptico Ventaquemada
Punto de Toma: Antes de Tratamiento
Tipo de Muestreo: Simple
Fecha y Hora de Muestreo: 2015/09/21 15:00
Recolectada por: Jonny Torres
Fecha y Hora de Recepción: 2015/09/21 18:10
Objeto: Caracterización
Condición de Recepción: Refrigerada
Período de Análisis: De 2015/09/21 a 2015/09/30

DESCRIPCION	EXPRESIÓN	VALOR OBTENIDO	VALOR MAX. ACCEPTABLE	METODO
ENSAYO				
DBO ₅ Total (A)	mg O ₂ /L	467	N.E.	SM 5210 B, 4500- O C
DQO Total (A)	mg O ₂ /L	1710	N.E.	SM 5220 D
Oxígeno disuelto	mg O ₂ /L	<0,01	N.E.	SM 4500-O G
Sólidos suspendidos totales (A)	mg SST/L	790	N.E.	SM 2540 D
Sólidos totales (A)	mg ST/L	1790	N.E.	SM 2540 B
Coliformes Totales (A)	NMP/100 mL	24 x 10 ⁴	N.E.	SM 9221 B
Coliformes Fecales (A)	NMP/100 mL	82 x 10 ²	N.E.	SM 9221 B, E
FIN DE LOS ENSAYOS				

NE= No Establecido

(A)= Acreditado

Métodos enunciados referenciados al *Standard Methods 22nd Edition*

NA= No Aplica

OBSERVACIONES:

Los resultados analíticos del presente informe se obtuvieron siguiendo los métodos enunciados, mediante procedimientos internos del Sistema de Calidad y corresponden exclusivamente a la muestra recibida, recolectada por el solicitante. Solo es válido este informe en papel oficial de Analizar Ltda. con las firmas autorizadas y con sello seco. Este informe no se puede reproducir parcialmente, salvo previa autorización escrita del Laboratorio.

Analizar Ltda. esta acreditado por el IDEAM (Norma ISO/IEC (17025:2005) según las Resoluciones 0980 (2014/05/14) y 3033 (2014/10/27). Las variables acreditadas se pueden consultar en: www.ideam.gov.co.

Ricardo Blanco
 ING. QUÍMICO. RICARDO BLANCO A.
 DIRECTOR TÉCNICO
 T.P. N° 90 C.P.I.Q.

Cristian Monsalve
 MICROB. CRISTIAN JOSE MONSALVE P.
 ANALISTA LÍDER
 MICROBIOLOGÍA

GT-INF-01/F.R:Jun-14/V.1.0
 PAGINA: 1 DE 1

CARRERA 33 N° 16-27 TEL 7614955- 7614647- 313 815 0403 DUITAMA E-mail: dtanalizar@gmail.com

Anexo B. Análisis Fisicoquímicos y microbiológicos del agua de muestra 1 (10 días).



ANALIZAR LABORATORIO FISICOQUÍMICO LTDA.

MONITOREO Y CONSULTORIA

NIT 826.000.346-1



Duitama, 2015/10/11

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS
AG19525 - 15**

IDENTIFICACIÓN

Solicitante: **TODOPANOS CIVILES-JOHNYY TORRES MEDINA**
 Dirección: C 13 A 16 15 Garagoa
 Ensayo Realizado: Fisicoquímico y Microbiológico
 Tipo de Agua: Residual Doméstica
 Sitio de Muestreo: Rural Pozo Séptico Ventaquemada
 Punto de Toma: Antes del Tratamiento
 Tipo de Muestreo: Simple
 Fecha y Hora de Muestreo: 2015/10/01 16:00
 Recolectada por: Jonny Torres
 Fecha y Hora de Recepción: 2015/10/02 08:00
 Objeto: Caracterización
 Condición de Recepción: Refrigerada
 Período de Análisis: De 2015/10/02 a 2015/10/11

DESCRIPCION	EXPRESIÓN	VALOR OBTENIDO	VALOR MAX. ACEPTABLE	METODO
ENSAYO				
DBO ₅ Total (A)	mg O ₂ /L	220	N.E.	SM 5210 B, 4500- OC
DQO Total (A)	mg O ₂ /L	500	N.E.	SM 520 D
Oxígeno disuelto	mg O ₂ /L	<0,01	N.E.	SM 4500-O G
Sólidos suspendidos totales (A)	mg SST/L	220	N.E.	SM 2540 D
Sólidos totales (A)	mg ST/L	720	N.E.	SM 2540 B
Coliformes Totales (A)	NMP/100 mL	3.0 X 10 ⁴	N.E.	SM 9221 B
Coliformes Fecales (A)	NMP/100 mL	3.86 X 10 ³	N.E.	SM 9221 B, E
FIN DE LOS ENSAYOS				

NE= No Establecido (A)= Acreditado Métodos enunciados referenciados al *Standard Methods 22nd Edition*
NA= No Aplica

OBSERVACIONES:

Los resultados analíticos del presente informe se obtuvieron siguiendo los métodos enunciados, mediante procedimientos internos del Sistema de Calidad y corresponden exclusivamente a la muestra recibida, recolectada por el solicitante. Solo es válido este informe en papel oficial de Analizar Ltda. con las firmas autorizadas y con sello seco. Este informe no se puede reproducir parcialmente, salvo previa autorización escrita del Laboratorio.

Analizar Ltda. está acreditado por el IDEAM (Norma ISO/IEC 17025:2005) según las Resoluciones 0980 (214/05/14) y 3033 (2014/10/27). Las variables acreditadas se pueden consultar en: www.ideam.gov.co.

ING. QUÍMICO, RICARDO BLANCO A
 DIRECTOR TÉCNICO
 T.P.N 90 C.P.I.Q.

MICROB. CRISTIAN JOSE MONSALVE P.
 ANALISTA LÍDER
 MICROBIOLOGÍA

GT - INF-01/FR-Jun-14/V:1.0
 PAGINA 1 DE 1

CARRERA 33 N 16-27 TEL 7614647-313 815 0403 DUITAMA E-mail: dtanalizar@gmail.com

Anexo C. Análisis Físicoquímicos y microbiológicos del agua muestra 2 .



ANALIZAR LABORATORIO FÍSICOQUÍMICO LTDA.

MONITOREO Y CONSULTORIA

NIT 826.000.346-1



IDEAM

Resolución
No. 0980/14
No. 3033/14

Duitama, 2015/10/21

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS AG19604 - 15

IDENTIFICACIÓN

Solicitante: **TODOPLANOS CIVILES-JOHNNY TORRES MEDINA**
 Dirección: CI 13 A 16 15 Garagoa
 Ensayo Realizado: Físicoquímico y Microbiológico
 Tipo de Agua: Residual Doméstica
 Sitio de Muestreo: Rural Pozo Séptico Ventaquemada
 Punto de Toma: Antes del Tratamiento
 Tipo de Muestreo: Simple
 Fecha y Hora de Muestreo: 2015/10/11 16:00
 Recolectada por: Jonny Torres
 Fecha y Hora de Recepción: 2015/10/12 08:00
 Objeto: Caracterización
 Condición de Recepción: Refrigerada
 Período de Análisis: De 2015/10/12 a 2015/10/21

DESCRIPCIÓN	EXPRESIÓN	VALOR OBTENIDO	VALOR MAX. ACEPTABLE	METODO
ENSAYO				
DBO ₅ Total (A)	mg O ₂ /L	154	N.E.	SM 5210 B, 4500- OC
DQO Total (A)	mg O ₂ /L	271	N.E.	SM 520 D
Oxígeno disuelto	mg O ₂ /L	<0,01	N.E.	SM 4500-O G
Sólidos suspendidos totales (A)	mg SST/L	145	N.E.	SM 2540 D
Sólidos totales (A)	mg ST/L	406	N.E.	SM 2540 B
Coliformes Totales (A)	NMP/100 mL	2.1 x 10 ⁴	N.E.	SM 9221 B
Coliformes Fecales (A)	NMP/100 mL	6.9 x 10 ³	N.E.	SM 9221 B, E
FIN DE LOS ENSAYOS				

NE= No Establecido (A) = Acreditado Métodos enunciados referenciados al *Standard Methods 22nd Edition*
NA= No Aplica

OBSERVACIONES:

Los resultados analíticos del presente informe se obtuvieron siguiendo los métodos enunciados, mediante procedimientos internos del Sistema de Calidad y corresponden exclusivamente a la muestra recibida, recolectada por el solicitante. Solo es válido este informe en papel oficial de Analizar Ltda. con las firmas autorizadas y con sello seco. Este informe no se puede reproducir parcialmente, salvo previa autorización escrita del Laboratorio.
 Analizar Ltda, esta acreditado por el IDEAM (Norma ISO/IEC (17025:2005) según las Resoluciones 0980 (214/05/14) y 3033 (2014/10/27). Las variables acreditadas se pueden consultar en: www.ideam.gov.co.

ING. QUÍMICO. RICARDO BLANCO A
 DIRECTOR TÉCNICO
 T.P.N 90 C.P.I.Q.

MICROB. CRISTIAN JOSE MONSALVE P.
 ANALISTA LÍDER
 MICROBIOLOGÍA

GT - INF-01/F.R.:Jun-14/V.1.0
 PAGINA. 1 DE 1

CARRERA 33 N 16-27 TEL 7614647-313 815 0403 DUITAMA E-mail: dtanalizar@gmail.com

Anexo D. Análisis Físicoquímicos y microbiológicos del agua muestra 3 (10 días).



ANALIZAR LABORATORIO FÍSICOQUÍMICO LTDA.

MONITOREO Y CONSULTORIA

NIT 826.000.346-1



Resolución
No. 0980/14
No. 3033/14

Duitama, 2015/10/30

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS
AG19685 - 15**

IDENTIFICACIÓN

Solicitante: **TODOPLANOS CIVILES-JOHNNY TORRES MEDINA**
 Dirección: C 13 A 16 15 Garagoa
 Ensayo Realizado: Físicoquímico y Microbiológico
 Tipo de Agua: Residual Doméstica
 Sitio de Muestreo: Rural Pozo Séptico Ventaquemada
 Punto de Toma: Antes del Tratamiento
 Tipo de Muestreo: Simple
 Fecha y Hora de Muestreo: 2015/10/20 16:00
 Recolectada por: Jonny Torres
 Fecha y Hora de Recepción: 2015/10/21 08:00
 Objeto: Caracterización
 Condición de Recepción: Refrigerada
 Período de Análisis: De 2015/10/21 a 2015/10/30

DESCRIPCIÓN	EXPRESIÓN	VALOR OBTENIDO	VALOR MAX. ACEPTABLE	METODO
ENSAYO				
DBQ ₅ Total (A)	mg O ₂ /L	411	N.E.	SM 5210 B, 4500- OC
DQO Total (A)	mg O ₂ /L	1220	N.E.	SM 520 D
Oxígeno disuelto	mg O ₂ /L	>0,01(0.019)	N.E.	SM 4500-O G
Sólidos suspendidos totales (A)	mg SST/L	350	N.E.	SM 2540 D
Sólidos totales (A)	mg ST/L	1256	N.E.	SM 2540 B
Coliformes Totales (A)	NMP/100 mL	5.61 x 10 ⁴	N.E.	SM 9221 B
Coliformes Fecales (A)	NMP/100 mL	7.3 x 10 ⁴	N.E.	SM 9221 B, E
FIN DE LOS ENSAYOS				

NE= No Establecido (A) = Acreditado Métodos enunciados referenciados al *Standard Methods 22nd Edition*
NA= No Aplica

OBSERVACIONES:

Los resultados analíticos del presente informe se obtuvieron siguiendo los métodos enunciados, mediante procedimientos internos del Sistema de Calidad y corresponden exclusivamente a la muestra recibida, recolectada por el solicitante. Solo es válido este informe en papel oficial de Analizar Ltda. con las firmas autorizadas y con sello seco. Este informe no se puede reproducir parcialmente, salvo previa autorización escrita del Laboratorio.
 Analizar Ltda, esta acreditado por el IDEAM (Norma ISO/TEC (1705:2005) según las Resoluciones 0980 (214/05/14) y 3033 (2014/10/27). Las variables acreditadas se pueden consultar en: www.ideam.gov.co.

ING. QUÍMICO. RICARDO BLANCO A
 DIRECTOR TÉCNICO
 T.P.N 90 C.P.I.Q.

MICROB. CRISTIAN JOSE MONSALVE P.
 ANALISTA LÍDER
 MICROBIOLOGÍA

GT - INF-01/FR:Jun-14/V.1.0
 PAGINA 1 DE 1

CARRERA 33 N 16-27 TEL 7614647-313 815 0403 DUITAMA E-mail: dtanalizar@gmail.com

Anexo E. Registro Fotográfico

1. Macroinvertebrados Escarabajos Estercoleros “Coleóptera: Scarabaeidae”



2. Procedimiento para la toma de muestras



3. Toma de muestras pozo Séptico Vereda Montoya, municipio de Ventaquemada



1. Muestras de agua residual doméstica y Macroinvertebrados Escarabajos Estercoleros “Coleóptera: Scarabaeidae”

